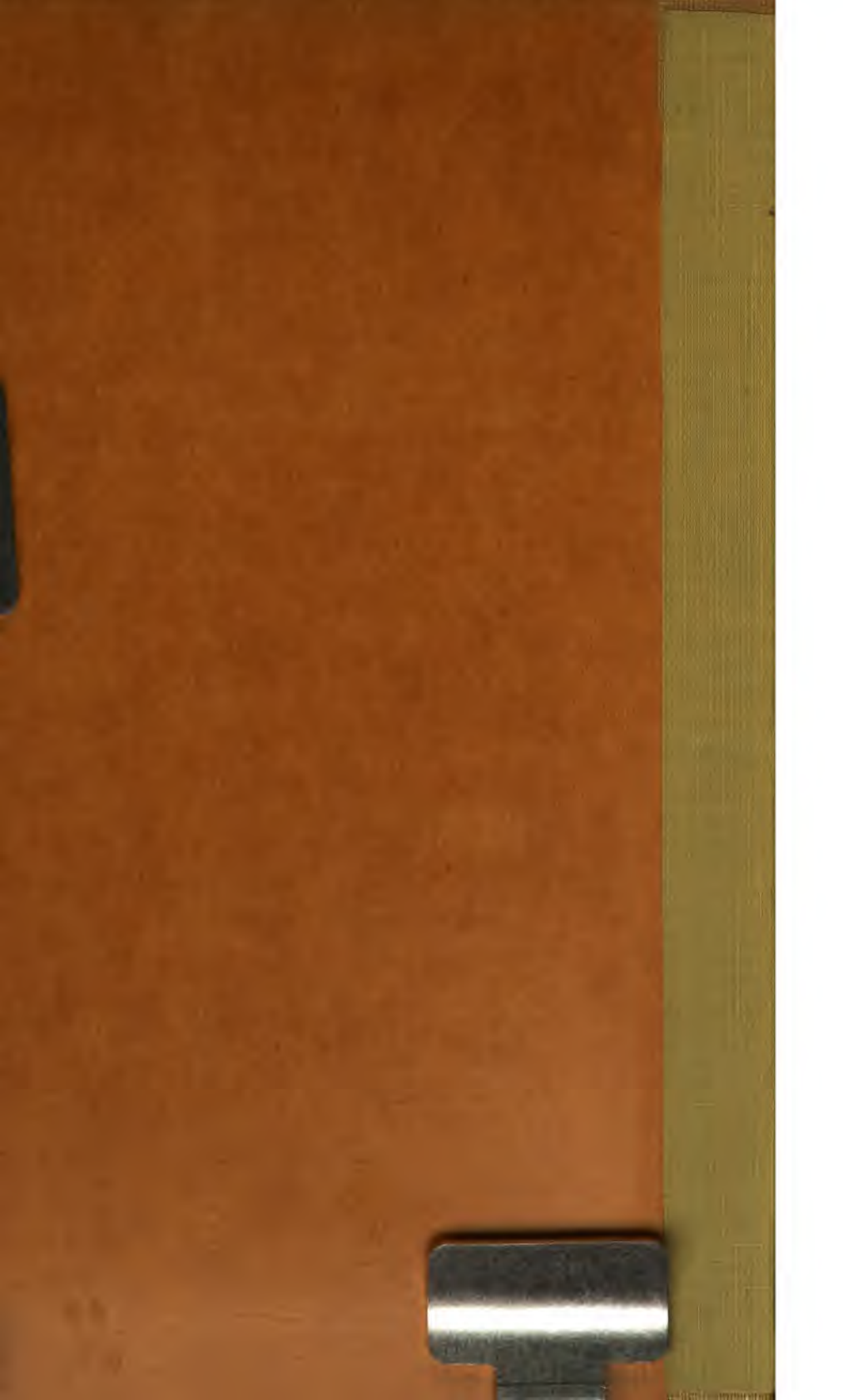
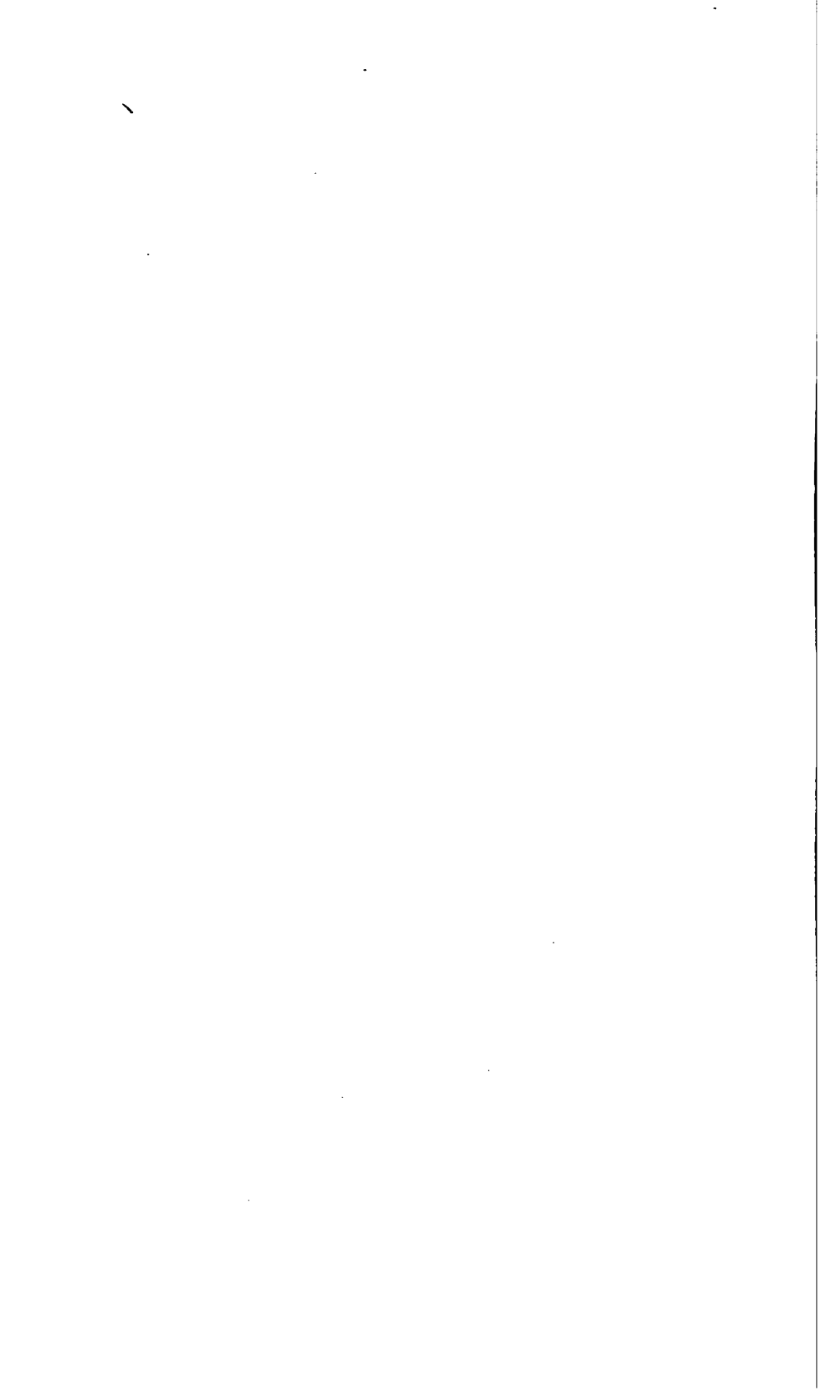
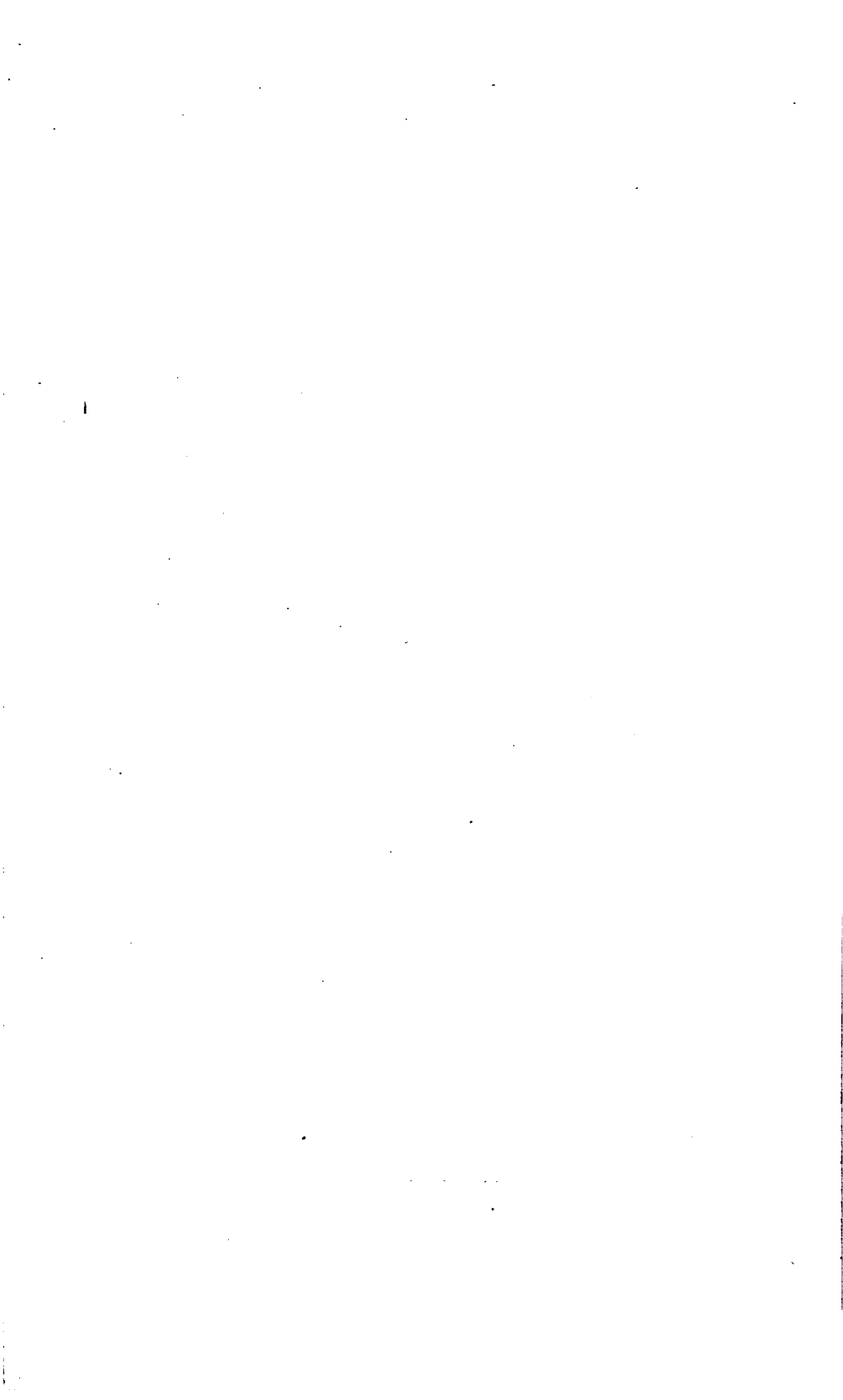
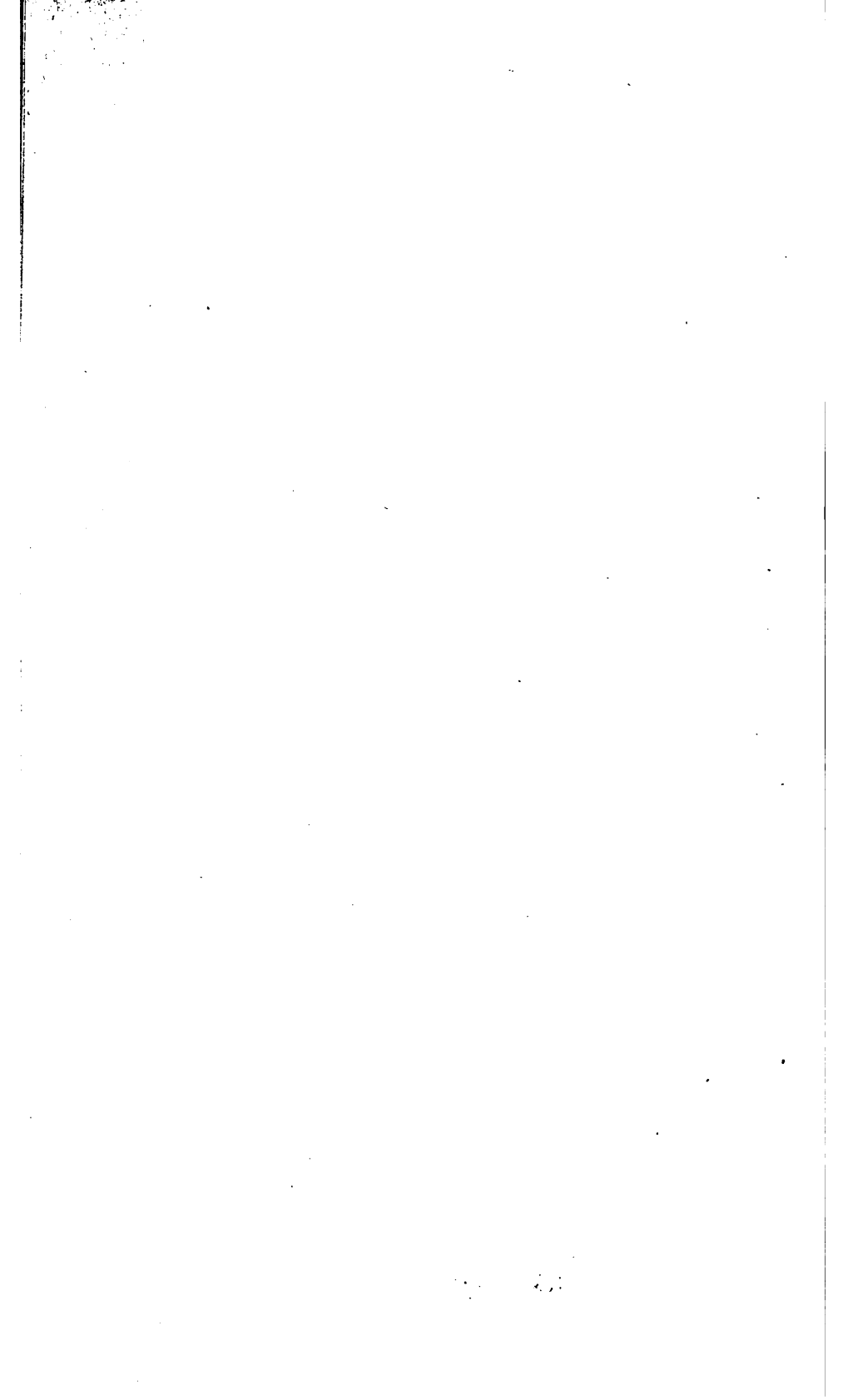
Attualità Scientifiche — N. 5.

CARLO EMERY

LA DETERMINAZIONE DEL SESSO

DAL PUNTO DI VISTA BIOLOGICO

BOLOGNA
DITTA NICOLA ZANICHELLI
1904

PREFAZIONE

Problema vecchio quanto l' umanità, la determinazione del sesso, senza essere propriamente un' attualità scientifica, torna a richiamare sopra di sè l' attenzione dei biologi. Oltre l' ottimo lavoro riassuntivo del Lenhossek, nuove ricerche sull' argomento sono uscite fuori recentemente, e l' intero problema viene messo in miglior luce dagli studii di biologia cellulare.

Mi è parso interessante ripigliare questo studio, anche perchè, come zoologo, non condivido la tendenza odierna del Maupas, del Lenhossek e del Beard di considerare la separazione dei sessi come primitiva nei Metazoi e farne derivare quale forma secondaria l' ermafroditismo.

La questione ha ancora un lato pratico, ma questo deve per necessità essere relegato in seconda linea: non v'ha luogo di prevederne in un tempo prossimo una soluzione che non sia vana e illusoria. La procreazione intenzionale dei maschi e delle femmine deve, per ora, essere considerata come estranea al dominio della scienza.

Bologna febbraio 1904.

C. EMERY.

La questione della determinazione del sesso ha in ogni tempo vivamente eccitato la curiosità degli uomini, sia perchè in sè stessa misteriosa, come tutto quello che si riferisce al fatto non meno misterioso della generazione, sia perchè gravi ragioni di famiglia, e talvolta ancora interessi politici si trovarono collegati al sesso di un bambino. Nè l'industria dell'allevamento del bestiame sarebbe meno interessata alla risoluzione del problema, per potere prevedere il sesso dei suoi prodotti e determinarlo a volontà, secondo i bisogni e la richiesta.

Non recherà dunque meraviglia che di tale preoccupazione si trovino tracce nelle più antiche letterature, come p. es. nell'Ayurvedà, scritto

più di 10 secoli avanti Cristo dal medico indiano Susrutas, e che della determinazione del sesso si siano ripetutamente occupati gli scienziati dell'antichità e del medio evo.

Col secolo XIX, la questione entra in un nuovo periodo che possiamo definire il periodo della statistica. Nonostante le sue irregolarità, la distribuzione dei sessi segue leggi determinate, le cui conseguenze trovano la loro espressione nelle cifre della statistica, che ne rivelano la singolare costanza. Fin dal XVII secolo, il Graunt stabilì per la popolazione di Londra il rapporto di 105,8 nascite di maschi per 100 di femmine. Nel 1742, il Suessmilch determinava sulla recensione di oltre 54 milioni di nascite in diverse parti dell'Europa centrale la proporzione di 106,3 : 100. Le statistiche più complete del Bodio (1) sui nati vivi di varie nazioni europee, riferentisi per la maggior parte al quinquennio 1887-91, danno una media di 105,3 : 100; esse rivelano inoltre delle differenze manifeste, benchè generalmente lievi, fra un popolo e l'altro, come mostra la tabella seguente.

Nati maschi per 100 femmine
(esclusi i nati morti).

Italia (1887-91)	105,8
Francia (1887-91)	104,6
Inghilterra (1887-91)	103,6
Scozia (1887-91)	105,5
Irlanda (1887-91)	105,5
Impero germanico (1886-90) . .	105,2
Austria (1887-91)	105,8
Ungheria (1887-91)	105,0
Svizzera (1887-91)	104,5
Belgio (1887-91)	104,5
Olanda (1887-91)	105,5
Svezia (1887-91)	105,0
Norvegia (1887-91)	105,8
Danimarca (1885-89)	104,8
Spagna (1878-82)	108,3
Portogallo (1886-90)	107,5
Grecia (1881-85)	118,0
Romania (1886-90)	107,7
Serbia (1885-89)	104,7
Russia europea (1882-86) . . .	105,4

È particolarmente notevole la percentuale elevatissima della Grecia, e a questo riguardo il Bodio osserva che le cifre di quel paese presentano grandi oscillazioni, ma che la proporzione elevata di maschi nella popolazione adulta rende

ammissibile un numero eccezionalmente alto di nascite maschili.

Quelle differenze possono essere attribuite ad un complesso di condizioni ed influenze climatiche, economiche ecc., a mio avviso con maggiore verosimiglianza a differenze ereditarie di razza.

Il rapporto numerico dei sessi non è meno costante negli animali, benchè finora meno studiato. Tolgo dall' interessante libriccino del Lenhossek (2) le cifre seguenti da lui raccolte:

Cavallo	98,31	: 100	(Düsing)
Bove	107,3	: 100	(Wilckens)
Pecora.	97,7	: 100	(Darwin)
Porco	111,8	: 100	(Wilckens
Topo	105,0	: 100	(Cuénot)
Colombo.	115,0	: 100	(Cuénot)
Pollo	94,7	: 100	(Darwin)
Rana bruna. . . .	82,0	: 100	(Cuénot)
Mosca.	96.0	: 100	(Cuénot)

Anche negli animali, una statistica accurata dimostrerebbe certamente delle differenze locali, che meriterebbero di essere meglio studiate.

Però, in mezzo alla costanza delle grandi cifre, non si deve dimenticare la varietà degli

elementi di cui esse sono la somma. Per prendere un esempio, sono registrati casi di famiglie umane con 14 figli tutti del medesimo sesso. Ora anche i fatti di questo genere sono certamente governati da leggi, e determinati da condizioni accessibili all' indagine scientifica. La statistica che trionfa nelle questioni semplici e ben determinate, le quali trovano la loro risoluzione nei numeri abilmente raccolti e coordinati, rimane malsicura, e talvolta affatto impotente innanzi alla complessità e indeterminatezza di certi problemi. E nel caso presente, per quanto concerne la questione che ci occupa, bisogna tentare un' altra strada, quella della biologia. Per mezzo della osservazione e dell' esperimento, bisogna investigare quello che avviene nella generazione degli animali, e da questa base avviarsi col ragionamento a riconoscere il significato e la ragione di essere dei fatti umani.

È opinione diffusa, anche nel mondo scientifico, che l' embrione in principio non abbia sesso, e che questo si determini nel corso dello svi-

luppo. In apparenza, questo concetto è ben fondato; chè realmente, durante i primi tempi dello sviluppo, la forma esterna dell'embrione umano o di qualsiasi altro Vertebrato, e così anche di molti altri animali, non rivela in nessun modo quale sarà più tardi il sesso dell'individuo.

Se si bada solo all'apparenza esteriore, si può dire che il sesso diventa riconoscibile nel corso del terzo mese della gravidanza, nell'embrione umano. Ma l'esame microscopico degli accenni embrionali delle ghiandole genitali permette di risalire ancora il corso dello sviluppo; secondo il NAGEL, espertissimo di simili ricerche, già in embrioni di 12 a 13 millim. di lunghezza, ossia dell'età di circa 5 settimane, si può riconoscere se le loro ghiandole genitali siano atte a svilupparsi in ovarii o in testicoli. Siamo condotti allora a domandarci se gli stadii più giovani siano realmente indifferenti, o se invece la loro indifferenza apparente sia soltanto l'espressione della nostra incapacità di riconoscere differenze che già esistono, almeno in qualche intima struttura inaccessibile ai nostri mezzi attuali d'indagine,

ma che è momento determinante delle qualità morfologiche future.

Se confrontiamo l' uno con l' altro embrioni di animali affini fra loro, come p. es. un embrione umano con uno di scimia, o uno di bove con uno di pecora, finchè essi sono poco inoltrati nel loro sviluppo, non si riesce a distinguerli l' uno dall' altro; le differenze appariscono più tardi, e divengono tanto più manifeste quanto più gli embrioni si avvicinano alla maturità. Eppure ciascun embrione, fin dai primordii del suo sviluppo, e l' uovo stesso che gli ha dato origine sono determinati nella loro specie zoologica, non solo, ma ancora nella razza o varietà e persino nei caratteri particolari che furono trasmessi loro dai genitori. Perchè non sarebbero essi determinati fin da principio ancora nel sesso?

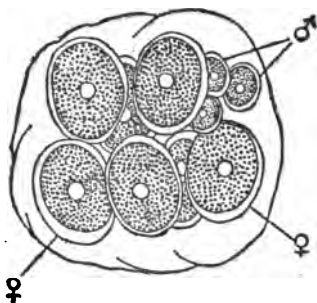



Fig. 1. Bozzolo di *Dinophilus apatris* (secondo Korschelt & Heider) contenente uova più grosse femminili ♀ e uova più piccole maschili ♂.

Per alcuni animali è certamente così. La Fil-

lossera, certi Rotiferi, un minuto verme marino del genere *Dinophilus* depongono due qualità di uova che si distinguono agevolmente le une dalle altre per la grandezza diversa (*fig. 1*). Le più voluminose daranno origine a femmine, le più piccole a maschi. Mentre le uova dimorfe dei Rotiferi e della Fillossera si sviluppano senza essere state fecondate, ossia come suol dirsi, per partenogenesi, quelle del *Dinophilus* hanno bisogno di essere fecondate per svilupparsi. Questi fatti provano che, negli animali anzidetti, la determinazione del sesso è compiuta nell' uovo, e ancora che essa è indipendente affatto da ogni influenza dell' elemento maschile fecondatore.

Non mancano per gli stessi Vertebrati fatti i quali inducono a ritenere che la determinazione del sesso risalga fino all' uovo fecondato, o almeno ai primi stadii dello sviluppo, prima che un accenno visibile dell' embrione si sia mostrato alla superficie del blastoderma.

Nei Selacii, il Beard (3) fa risalire l' origine delle cellule germinali primitive alle così dette « megasfere » che si formano in questi animali

alla superficie del vitello dell' uovo, sotto il blastoderma; egli dimostra che questi elementi cellulari migrano dal loro luogo di origine verso quella parte della parete del celoma dell' embrione, dove dovrà svilupparsi più tardi la ghiandola germinale. È notevole il fatto che, in tutti gli animali nei quali il numero delle cellule germinali primitive è stato determinato, questo numero è sempre una potenza di 2, ed è costante per ciascuna specie, ordinariamente lo stesso nei due sessi; soltanto nella *Raia batis* l' embrione femminile avrebbe, secondo Beard, un numero di cellule germinali primitive doppio di quello dell' embrione maschile ($512 = 2^9$ nella femmina, $256 = 2^8$ nel maschio). Questa condizione numerica trova una facile spiegazione, quando si ammetta che tutte le cellule germinali di un embrione derivano per divisione dicotomica ripetuta di uno o due blastomeri o cellule embrionali indifferenti. Siamo condotti naturalmente a supporre una relazione tra l' identità sessuale di tutte le cellule germinali in questi animali e la loro origine da una o due cellule embrionali, ed è presumibile

che, già in queste, e forse nello stesso uovo, il sesso dell'embrione fosse definitivamente determinato.

I Mammiferi, e l'uomo stesso, danno luogo ad osservazioni dalle quali risulta con eguale evidenza la precocità della determinazione del sesso. Intendo parlare dei così detti gemelli identici o monocorii e dei mostri doppi. Gli uni e gli altri hanno origine dallo sviluppo di un uovo unico. Lo sviluppo di un embrione doppio o di due embrioni sullo stesso uovo può essere osservato direttamente nei Pesci, e seguìto dal suo principio fino allo schiudimento. Dopo la formazione del blastoderma (sotto il quale, come dissi pocanzi, esistono già le cellule germinali primitive), si accenna sopra di esso l'embrione, e nei casi di duplicità, due embrioni, i quali seguono ciascuno il suo sviluppo regolare. Però, secondo la posizione che occupano l'uno rispetto all'altro, essi riescono a svilupparsi indipendenti, e divengono due gemelli, o pure, venuti a contatto fra loro, si saldano insieme e danno origine ad un mostro doppio.

Lo stesso avviene talvolta nelle uova di altri vertebrati: p. es. nell'uovo di gallina, dove però il guscio opaco non permette di seguire con la vista lo sviluppo nelle sue fasi successive. E lo stesso deve certamente avverarsi ancora nei mammiferi, e nell' uomo. Ma qui non sono stati osservati finora se non stadii inoltrati dello sviluppo, cioè embrioni già ben formati, e più spesso ancora feti maturi o poco meno. Però, anche in tali stadii inoltrati, è evidente che due o più feti devono essersi sviluppati da un uovo solo, quando essi si trovano involti nel medesimo ed unico corion e collegati ad una sola placenta comune ad entrambi. Ora, senza eccezione, i gemelli monocorii sono tutti e due dello stesso sesso, e sono appunto quei gemelli identici che talvolta non riesce a distinguere l' uno dall' altro neppure l' occhio esercitato della madre. Ragione sufficiente dell' identità di forma e di sesso è evidentemente il fatto della loro provenienza dallo stesso uovo, il quale dovrebbe per conseguenza essere stato determinato nella forma e nel sesso del suo prodotto, fin dai primordii del

suo sviluppo, o almeno prima della formazione del doppio accenno embrionale. Si potrebbe obiettare a questa tesi che, sviluppatisi nello stesso utero, in condizioni identiche, i due feti hanno potuto essere determinati nel loro sesso dalle medesime condizioni fisiologiche. Ma allora, come spiegare perchè quei gemelli che, pur sviluppati insieme nell'utero, ebbero origine da due uova diverse (come provano gl'involucri fetali distinti e la placenta propria di ciascuno) sono spesso dissimili di sesso, come pure di sembianze? Anche questi si originarono e crebbero sotto identiche condizioni esteriori, e la loro diversità è dovuta certo soltanto all'essere sorti da due germi differenti.

La vera e propria determinazione del sesso è quella che concerne le cellule germinali primitive, cioè quelle cellule dell'embrione le quali, moltiplicandosi e differenziandosi ulteriormente durante la vita individuale, daranno origine agli ovuli e agli spermii (o zoospermi) dell'animale adulto. A questo differenziamento tengono poi dietro, come conseguenze necessarie di esso, modificazioni correlative nella forma degli organi

destinati alle funzioni che fanno parte dell' attività generativa, e si stabiliscono quelle condizioni per le quali la femmina differisce dal maschio nella sua struttura esterna e interna. Tali differenze vanno sempre più accentuandosi, a misura che lo sviluppo progredisce verso la condizione adulta, nella quale l' individuo non sarà più soltanto virtualmente sessuale, ma effettivamente tale, e atto alla procreazione. Sorgono allora, senza dubbio per effetto e influenza di stimoli chimici o nervosi che partono dagli organi della generazione, e per reazione dell' organismo a quelli stimoli, profonde modificazioni morfologiche e fisiologiche dell' individuo: gli uccelli vestono il ricco piumaggio dell' abito di nozze, ai maschi dei cervi crescono sul capo le corna ramose, all' uomo spunta la barba e la donna acquista la caratteristica rotondità delle sue forme. In ogni animale la vita fiorisce nel massimo suo rigoglio, e anche le funzioni psichiche si risentono della condizione di completo sviluppo e intensa funzionalità degli organi della riproduzione.

Le cose esposte nelle pagine precedenti mostrano che, in taluni animali, la determinazione del sesso è certamente compiuta nell' uovo, prima della fecondazione e indipendentemente da essa; che in altri, tra i quali il maggior numero dei vertebrati e l' uomo stesso, è non meno precoce, o almeno deve risalire ai primordii dello sviluppo embrionale. Prima di procedere oltre nel ragionamento, conviene passare in rassegna altri fatti, relativi a forme animali nelle quali la determinazione del sesso è sotto la dipendenza di momenti esterni riconoscibili, e anche in parte suscettibili di essere modificati sperimentalmente.

In certi animali, è noto che le uova sono capaci di svilupparsi senza essere state fecondate; si ha allora la così detta generazione verginale o partenogenesi. Uno dei casi più interessanti rispetto al problema che ci occupa è quello dell' ape. La regina delle api (sola femmina normale della società) produce due sorta di uova: le une danno origine alle api di sesso femminile, cioè operaie, quando vengano deposte negli alveoli esagonali e le larve che ne nascono nutrite

con l' alimento comune, regine se deposte nelle grandiose celle reali e allevate con alimento speciale, la poltiglia reale; le altre danno origine ai maschi o fuchi, e vengono abitualmente deposte nei grandi alveoli esagonali. Da questi fatti consegue che, nell' atto di deporre l' uovo, la madre ne conosce il sesso o, per parlare con linguaggio oggettivo e scevro di antropomorfismo, che essa determina il sesso maschile o femminile dell' uovo, secondo le qualità della celletta in cui sta per collocarlo, o viceversa sceglie la celletta in relazione col sesso dell' uovo che sta per essere emesso. Ora è provato che l' uovo d' ape atto a produrre una femmina è un uovo fecondato, mentre quello atto a produrre un maschio non è fecondato, e si sviluppa per partenogenesi. La regina si accoppia una sola volta in tutta la sua vita, durante il volo nuziale, e conserva in una particolare vescicola, il ricettacolo spermatico, lo sperma ricevuto dal maschio; con questo sperma feconda, all' atto della deposizione, le uova destinate a produrre le femmine, e lascia

passare senza fecondarle quelle che devono svilupparsi in fuchi.

Fino a questo punto siamo nel dominio dei fatti bene accertati, dei quali non v' ha luogo di dubitare. Questi fatti si possono interpretare in due modi diversi: si ammette generalmente che l' uovo stesso il quale, non fecondato, da origine ad un maschio, se fosse stato fecondato, avrebbe prodotto una femmina; in altri termini, che l' atto stesso della fecondazione sia il momento determinante del sesso femminile, e l' uovo non fecondato abbia sempre carattere maschile. — Ma si può anche supporre che il sesso dell' uovo dell' ape sia determinato prima della fecondazione, e che, per una ragione particolare ancora ignota, le uova femminili vengano fecondate, le maschili no. Così si potrebbe immaginare che l' uovo femminile cagioni al suo passaggio, per un atto riflesso, il rilasciamento dello sfintere che chiude il ricettacolo spermatico, e questo non avvenga al passaggio dell' uovo maschile; o ancora che l' uovo femminile eserciti sugli spermii un' attrazione speciale che non esercita l' uovo

maschile. Comunque siasi, per spiegare come avvenga che le uova delle due sorta sono depositate dalla madre negli alveoli appropriati al loro sesso, è necessario supporre ancora un atto istintivo derivante da stimoli particolari risentiti dalla madre stessa, nell' atto che maturano in essa le uova dell'uno o dell' altro sesso. Questa opinione che è sostenuta dai partigiani ad ogni costo della determinazione sessuale primitiva dell'uovo, come LENHOSSEK e BEARD non mi sembra migliore dell' altra ed è in contradizione con taluni fatti, a spiegare i quali, i suoi sostenitori sono costretti a nuove e complicate supposizioni.

Questi fatti sono i seguenti: l' ape regina, se è stata impedita di compiere il volo nuziale, o se nella sua vecchiaia ha esaurito la provvista di sperma contenuta nel ricettacolo, depone o continua a deporre uova, che necessariamente non sono fecondate; queste uova sono tutte maschili e vengono deposte indistintamente nelle cellette da operaie o da fuchi. Sono del pari esclusivamente maschili le uova deposte da operaie più o meno feconde che si osservano talvolta

negli alveari, e che sono incapaci di accoppiarsi coi maschi. Sono anche costantemente maschili le uova partenogenetiche delle vespe (*). L'ipotesi del Lenhossek che la mancanza di sperma nel ricettacolo possa impedire la maturazione delle uova femminili non mi pare fondata, nè merita di essere considerata come un progresso nella interpretazione scientifica dei fatti.

Non sono meno interessanti le osservazioni accuratissime del Fabre (5) sopra le api solitarie del genere *Osmia*. Nell' *Osmia tricornis*, e in alcune altre, i maschi sono molto più piccoli delle femmine. Quando l' *Osmia* nidifica, come di solito, in un ramo cavo o in un guscio di chioc-

(*) Anche presso le formiche avviene che femmine vergini e operaie depositino uova capaci di svilupparsi, e queste producono quasi sempre dei maschi. Però non mancano le eccezioni, come risulta dalle osservazioni del Reichenbach (4). E queste osservazioni si connettono ai fatti ben noti della partenogenesi in altri imenotteri, come nei Cinipidi e anche nel genere *Halictus* tra gli Apidi. La determinazione del sesso nell'ape, per effetto della fecondazione o meno dell' uovo, deve considerarsi come caso speciale ed estremo.

ciola, essa fabbrica in quel vano cellette più grandi per la sua prole femminile e le fornisce di provviste alimentari più abbondanti; cellette più piccole e meno copiosamente approvigionate per la prole maschile. La madre ha dunque il sentimento del sesso dell' uovo che sta per deporre? o ne determina essa il sesso in ragione della dimensione della celletta e della quantità di nutrimento che dovrà bastare al suo sviluppo nella cella murata? Questo è il dilemma che il FABRE ha saputo ingegnosamente risolvere.

Abitualmente, nelle condizioni normali, le cellette del nido essendo disposte in ordine lineare, le prime uova deposte (che si trovano nelle cellette più profonde) danno origine a femmine, le ultime deposte (che stanno nelle cellette più superficiali) producono maschi. Lo sperimentatore riuscì a indurre le osmie a nidificare in oggetti cavi determinati e particolarmente in vecchi nidi di Ape muratrice, chiocciole vuote e tubi di vetro di vario calibro. Il risultato fu interessantissimo: sempreché il vano adottato fosse sufficiente, l' ape incominciava la serie con grandi

celle, contenenti prole femminile, e la chiudeva con celle più piccole, contenenti prole maschile; quando il vano del tubo e della chiocciola era invece troppo stretto per poter contenere celle da femmine, essa costruiva fin da principio cellette da maschi, e i risultati dell' allevamento mostrarono che il sesso dei prodotti corrispondeva costantemente alla dimensione delle cellette. Così il FABRE potè costringere le sue osmie ad invertire l' ordine dei sessi nelle loro serie, anzi, nei tubi di calibro uniformemente stretto, potè ottenere serie di soli maschi. L' *Osmia tricornis* è dunque capace di determinare a piacimento, o per atto riflesso, in conformità con la capacità della celletta in cui lo depone, il sesso dell' uovo.

Le esperienze che ho qui riferite non ci fanno conoscere quale sia il momento che determina immediatamente il sesso. E presumibile, per analogia con l' ape domestica, che anche qui le uova femminili siano fecondate e le maschili partenogenetiche. Ma si potrebbe pure supporre una influenza diretta dell' alimentazione sul sesso del prodotto, cosa che, per mio conto, credo in sommo

grado inverosimile. Ulteriori studii avranno a decidere. Comunque siasi, mi sembra che le ricerche del Fabre dimostrino perentoriamente che, nel caso dell'Osmia, il sesso dell'uovo non è determinato nell'ovario prima della deposizione.

Ritornando ora all'Ape domestica, neanche a me sembra giustificato il concetto che la fecondazione dell'uovo, o in altri termini, il fatto della coniugazione di una cellula maschile con una cellula femminile sia la ragione efficiente diretta della determinazione sessuale; e questo principalmente perchè, nel medesimo ordine degli Imenotteri, anzi, nella famiglia stessa degli Apidi, si conoscono specie nelle quali femmine non fecondate generano normalmente prole dei due sessi. Intanto, restando pure ignota la natura intima del differenziamento sessuale dell'uovo, io credo che lo si debba attribuire a fatti molecolari, o fisico-chimici che si vogliano dire, i quali si determinano in seguito a stimoli che agiscono modificando il ricambio materiale delle cellule germinali. Nel caso dell'ape e di altri imenotteri, uno stimolo di tal genere dipende

dalla fecondazione, ossia dalla penetrazione nell'uovo dello spermio o di sostanze che lo accompagnano. La formazione, la maturazione e lo sviluppo dell'uovo costituiscono un complesso di fatti, dei quali parte soltanto ci sono ben noti, e tra i quali bisogna contare ancora la determinazione sessuale. Quei fatti si succedono in un ordine costante per ciascuna specie, ma più o meno differente nelle specie diverse. È noto p. es. che le scissioni di maturazione che conducono alla separazione dei globuli polari avvengono ora prima, ora dopo la penetrazione dello spermio nell'uovo. Similmente io penso che la determinazione sessuale, se in taluni animali avviene manifestamente ancora prima della maturazione dell'uovo, nell'Ape è collegata con la fecondazione, in altri animali, potrà aver luogo anche più tardi, durante lo sviluppo embrionale.

In appoggio alla sua tesi della determinazione primitiva del sesso dell'uovo, il Beard (3) adduce l'esistenza riconosciuta in molti animali di due qualità differenti di spermii. Questo fatto è particolarmente noto e bene studiato nei Mol-

luschi gasteropodi prosobranchi; ma un dimorfismo consimile è stato pure ritrovato in alcuni vertebrati, e anche nell' uomo. Però in questi ultimi animali, una delle due forme di spermii si trova in numero piccolissimo rispetto all' altra, e sembra perciò rappresentare il residuo di una condizione primitiva in via di sparire. Sventuratamente non sappiamo nulla delle differenze fisiologiche correlative alle differenze di forma, nè sappiamo se entrambe le forme siano atte alla fecondazione. Il BEARD immagina che la differenza sia stata in origine una differenza sessuale, e che primitivamente le due forme di cellule germinali maschili servissero alla fecondazione di cellule germinali femminili del sesso corrispondente; pensa dunque che esistessero primitivamente nei metazoi quattro sorta di cellule germinali: uova da maschi e da femmine, spermii da maschi e da femmine, e che più tardi, divenendo predominante l' influenza dell' uovo nella determinazione del sesso, il dimorfismo degli spermii sia divenuto superfluo, e una delle loro forme, resa inutile, sia in seguito scomparsa più

o meno completamente nel maggior numero degli animali.

Nei Molluschi e nei Vertebrati, le differenze tra due forme di spermii si riferiscono principalmente alla figura e grandezza di queste cellule; sono state riscontrate ancora differenze singolari nella costituzione dei nuclei, e particolarmente nel sistema dei cromosomi; tali differenze, finora non abbastanza studiate, avrebbero grandissimo valore, se fosse provato che gli spermii anormali o spermii giganti servono effettivamente alla generazione, perchè molti fatti, che non è qui il luogo di discutere, portano a considerare i cromosomi come elementi importantissimi, determinatori delle proprietà delle cellule, e, nel caso delle cellule germinali, determinatori delle proprietà ereditarie dell' organismo generato.

Ricerche recenti sulla spermatogenesi degl' Insetti, e particolarmente quelle del SUTTON (6) sopra una cavalletta del genere *Brachystola* hanno mostrato che, nella ultima divisione delle cellule germinali maschili, non tutti i cromosomi vanno partiti; uno di essi rimane indiviso e si porta

nel nucleo di una delle cellule figlie, quello dell' altra restandone privo. Gli spermatidii (cioè le cellule che diverranno poi gli spermii), sono dunque, nella *Brachystola* e in altri insetti, di due sorta: quelli che contengono il cromosoma indiviso, e quelli che ne sono privi. Nella *Brachystola*, essi hanno rispettivamente 23 e 22 cromosomi, e da essi derivano rispettivamente due sorta di spermii contenenti nuclei non equivalenti. A queste osservazioni si aggiunge il fatto che, nelle cellule germinali femminili della *Brachystola*, si trovano soltanto 22 cromosomi, cioè lo stesso numero come in quelli spermatidii che non contengono il 23.° cromosoma, il quale esiste soltanto in cellule germinali maschili. Questi fatti conducono il SUTTON alla ipotesi che le due qualità di spermii della *Brachystola* abbiano per ufficio di determinare il sesso della discendenza, e che il 23.° cromosoma sia l' elemento determinante del sesso maschile, nelle uova fecondate da uno spermio che lo contenga. L' ipotesi è ingegnosa e merita di essere verificata per mezzo di esatte ricerche, le quali, per quanto delicate

e difficili, non eccedono la capacità della tecnica microscopica odierna.

Supposto l'esito positivo di cosiffatta ricerca, cioè la conferma della ipotesi del Sutton nel caso speciale, non sarebbe perciò giustificata una teoria generale che attribuisse alla qualità dello spermio fecondatore la determinazione del sesso dell'embrione. Ad una tale teoria si opporrebbero in parte i fatti indiscutibilmente certi di diformismo sessuale dell'uovo, e assolutamente il fatto che dalla partenogenesi possono nascere individui di ambo i sessi, e, nel caso dell'ape, precisamente i maschi, ossia quel sesso che si vorrebbe determinato dal cromosoma speciale maschile degli spermii.

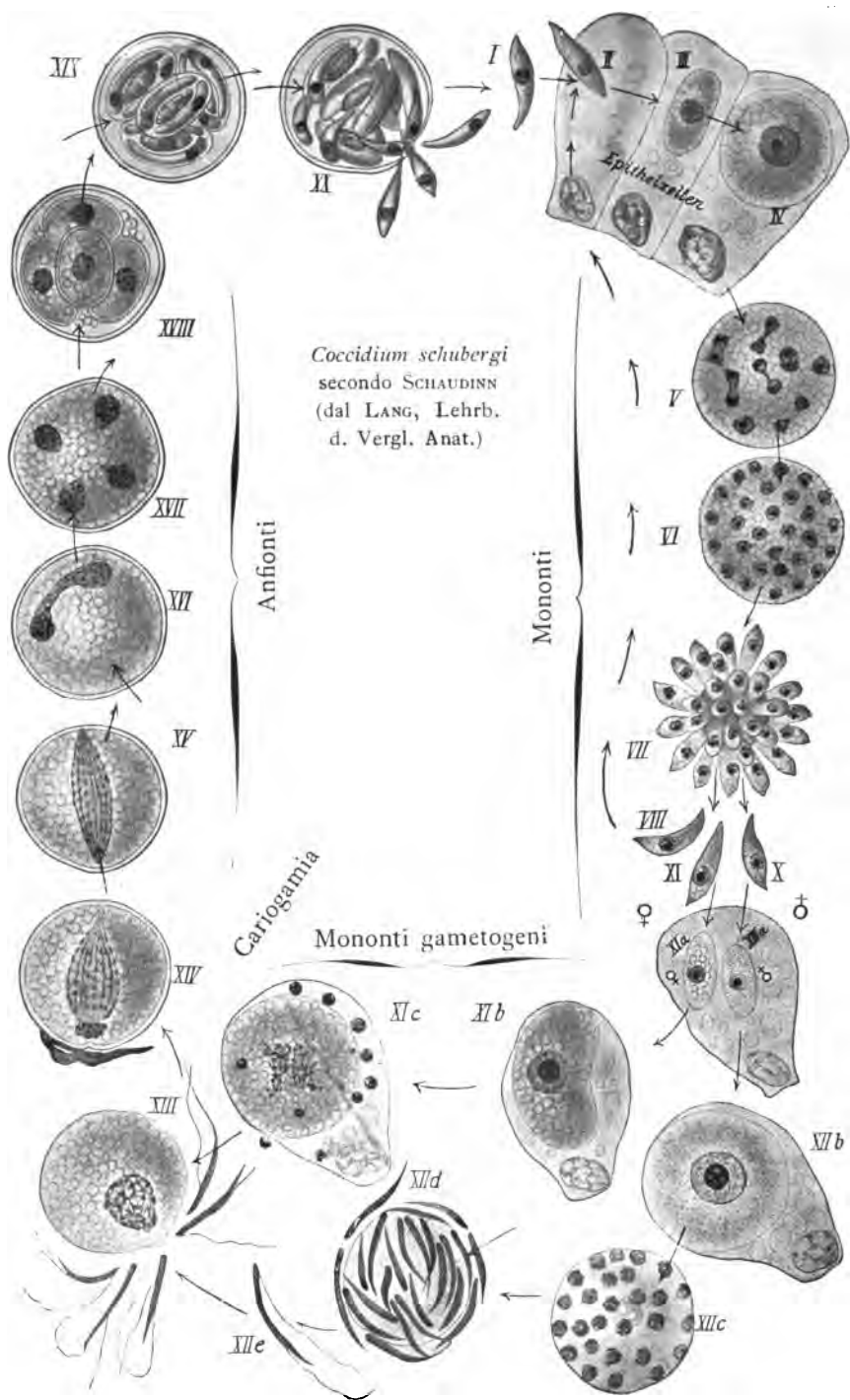
Riassumendo quanto precede, si può asserire che vi sono animali nei quali l'uovo è determinato sessualmente prima della fecondazione, e senza relazione alcuna con la fecondazione stessa; che nell'Ape e in alcuni altri Imenotteri la fecondazione o la mancanza di essa determina il sesso; finalmente è lecito supporre, benchè non sia provato, che in certi insetti, e forse in altri

animali, il sesso venga determinato nella qualità dello spermio fecondatore, e quindi per azione di quest' ultimo nell' uovo.

Negli animali normalmente ermafroditi, è evidente che la determinazione sessuale delle cellule germinali non ha lo stesso valore come negli animali a sessi separati, perchè l' organismo nel suo complesso non ha un sesso definito; la sessualità risiede in questi casi nelle sole cellule germinali. Si può avere un' apparenza di sessualità complessiva dell' organismo, nei casi in cui le cellule germinali maschili e femminili non maturano contemporaneamente, e lo stesso individuo ha prima carattere e funzione di maschio, poi di femmina, o viceversa; talvolta esso presenta in tutta la sua struttura modificazioni correlative alla condizione sessuale funzionale in cui si trova temporaneamente. Così avviene p. es. nei Crostacei isopodi della famiglia dei Cimotoidi, nei quali, mentre sono ancora piccoli, si sviluppano i testicoli e gli organi sessuali esterni maschili; più tardi questi si atrofizzano, entrano in funzione gli ovarii, e si formano nuovi con-

dotti di emissione e gli organi esterni del sesso femminile. — In animali cosiffatti, l'uovo non può avere sesso determinato: la determinazione deve aver luogo durante lo sviluppo, e in senso opposto nelle cellule germinali maschili e femminili, nel corso della loro moltiplicazione nell'organismo.

Lascio per ora questo argomento, sul quale avrò a ritornare più tardi, per dare uno sguardo ai fenomeni di riproduzione sessuale che si osservano in taluni Protozoi, cioè in organismi unicellulari. Prendo come esempio il *Coccidium schubergi*, di cui, grazie ai lavori di SCHAUDINN (7), abbiamo ora una conoscenza molto completa. Questo Sporozoo è parassita nell'intestino di un millepiedi del genere *Lithobius*. Il Litobio s'infetta mangiando il coccidio incapsulato che racchiude quattro spore, contenenti ciascuna due germi falciformi o sporozoiti. Questi penetrano nelle cellule dell'epitelio intestinale, dove crescono, e ciascuno si divide in un gran numero

Coccidium schubergi
secondo SCHAUDINN
(dal LANG, Lehrb.
d. Vergl. Anat.)
Anfionti
Mononti
Cariogamia
Mononti gametogeni
Epithelzellen
I
II
III
IV
V
VI
VII
VIII
IX
X
XIa
XIb
XIc
XIIa
XIIb
XIIc
XIId
XIIe
XIII
XIV
XV
XVI
XVII
XVIII
XIX
XX

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA.

Ciclo di generazione del *Coccidium schubergi.*

I. Sporozoite uscito fuori dalla cisti;

II. Lo stesso che penetra in una cellula epiteliale dell'intestino di *Lithobius,* dove cresce come mononte;

III, IV, V. Moltiplicazione dei nuclei del mononte;

VI, VII. Conitomia;

VIII, IX, X. Sporozoiti dei quali gli uni (VIII) ripetono lo stesso ciclo, gli altri pure nelle cellule epiteliali del *Lithobius* diverranno oogonii XI o anteridii XII;

XI *a*, *b*, *c*. Fasi dello sviluppo dell'oogonio in macrogamete (in *c* ha luogo l'eliminazione del cariosoma);

XII *a, b, c*, *d*. Sviluppo dell'anteridio, conitomia e distacco dei microgameti;

XIII. Macrogamete circondato da microgameti;

XIV, XV. Cariogamia (formazione dell'anfionte);

XVI, XVII. Moltiplicazione del nucleo;

XVIII, XIX. Formazione delle spore e degli sporozoiti;

XX. Uscita degli sporozoiti.

Tutte le figure sono disegnate a fortissimo ingrandimento.

di sporozoiti, i quali si separano per andare ad infettare nuove cellule epiteliali. Siffatto modo di riproduzione che non ha nulla di sessuale può ripetersi un gran numero di volte, ma finalmente cessa: dei Coccidii gli uni si modificano allora nella loro struttura interna, eliminando un pezzo di sostanza nucleare (cariosoma), e divengono i macrogameti o cellule femminili; in altri, il nucleo si suddivide, come se dovesse avvenire la divisione in sporozoiti, e i piccoli nuclei così formati divengono ciascuno centro di cellule minute ed esili, fornite di due flagelli ondulanti, per mezzo dei quali si muovono; una porzione del coccidio va abbandonata come residuo inutile (corpo residuale). Le cellule flagellate o microgameti, che possiamo paragonare alle cellule germinali maschili o spermii dei metazoi, sono attratte dai macrogameti, paragonabili a loro volta all'uovo dei metazoi. Un macrogamete si unisce ad un microgamete e si fonde con esso, atto che possiamo equiparare alla fecondazione. Il prodotto di questa unione costituisce l'anfionte che s'incapsula e forma in sè le spore.

Se consideriamo il coccidio che si sviluppa dalla spora come equivalente ad una cellula germinale primitiva, nell' embrione di un animale superiore, bisognerà ammettere che esso è, almeno in apparenza, sessualmente indifferente, e così i suoi discendenti, fino a quella generazione in cui gli uni manifestano carattere femminile, differenziandosi come macrogameti, e gli altri si rivelano maschili, risolvendosi in microgameti. Vi sarà luogo di chiederci in quale generazione incomincia la sessualità virtuale; e se dalla moltiplicazione di uno sporozoite possano aversi prodotti che non siano tutti del medesimo sesso, quindi se il sesso sia determinato nella spora oppur no. L' uno e l' altro caso sono non inverosimili, e finora non è possibile risolvere la questione. Il problema è identico a quello di fissare il tempo della determinazione sessuale delle cellule germinali dei metazoi.

Possiamo dunque immaginare il caso di un ciclo unissessuale, come quello di un ciclo ermafrodita, i quali troveranno la loro espressione grafica nei diagrammi seguenti:

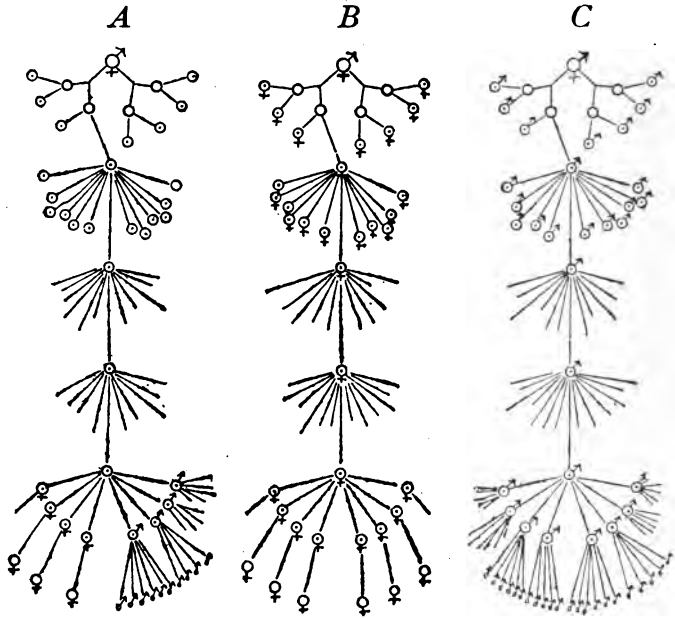



Fig. 2. Diagramma dello sviluppo ciclico del *Coccidium schubergi*. *A*, ipotesi del ciclo ermafrodita; *B* e *C* ciclo femminile e ciclo maschile nell' ipotesi della totale separazione dei sessi.

⚥ Anfionte di sesso indifferente

⚥ » determinato in sesso femminile

⚥ » » » » maschile

○ Spore

⊙ Sporozoiti e coccidii indifferenti

⊙ Gli stessi determinati in sesso femminile (oogonii)

⊙ » » » » » maschile (anteridii)

♀ Macrogamete o gamete femminile

♂ Microgamete o » maschile

L'ipotesi del ciclo unisessuale non abbisogna di ulteriori considerazioni. Tra questa e il ciclo ermafrodita, nel quale la determinazione del sesso avvenga, come nello schema, soltanto nell'ultima generazione precedente il differenziamento apparente dei gameti, si possono immaginare diversi casi intermedii, e supporre che il differenziamento abbia luogo una o più generazioni prima, o ancora che i due sporozoiti racchiusi in una spora siano virtualmente determinati di sesso contrario. Mi è parso superfluo moltiplicare gli schemi grafici che ciascuno potrà agevolmente raffigurarsi.

Lo sviluppo e la moltiplicazione delle cellule germinali dei metazoi può essere espresso da schemi dello stesso genere di quelli che mi hanno servito a rappresentare il ciclo riproduttivo del coccidio. La cosa apparisce più complicata pel fatto che la segmentazione e moltiplicazione della cellula uovo (fecondata o partenogenetica che sia) conduce alla formazione di un numero grandissimo di cellule, delle quali il maggior numero serviranno a costituire svariati organi del corpo, senza prendere mai parte direttamente alla ri-

produzione, mentre un numero limitato di esse assumerà più tardi il carattere di cellule sessuali. Nel coccidio invece, tutte le cellule della stessa generazione sono virtualmente equivalenti, e capaci di dare origine a gameti.

Quelle cellule embrionali che, rimanendo estranee alla riproduzione sessuale, costituiscono gli accenni di varii organi, e quelle cellule di cui tali organi sviluppati saranno poi composti diconsi cellule somatiche, perchè formano la massa del corpo (σῶμα). In mezzo ad esse trovasi il gruppo delle cellule germinali, di cui in molti casi è possibile rintracciare tutta la filiazione, attraverso le successive bipartizioni dell' uovo e delle cellule embrionali o blastomeri. La serie di generazioni di cellule che conduce dall' uovo alle cellule germinali prende il nome di via germinale. Se consideriamo questa serie genealogica di cellule come la serie principale, attraverso la quale l' eredità degli antenati si trasmette di generazione in generazione alle cellule germinali dei discendenti, riguarderemo le serie che conducono alle cellule somatiche di varie sorte come

linee collaterali. Nei diagrammi che seguono (fig. 3 à pag. 38), queste linee collaterali saranno semplicemente accennate, per non complicarli eccessivamente e per lasciar scorgere distintamente il parallelismo della serie genealogica delle cellule germinali dei metazoi con quella della moltiplicazione del Coccidio unicellulare.

Confrontando tra loro i diagrammi dei metazoi e del coccidio, si rileverà la loro perfetta concordanza. Soltanto la condizione dei metazoi è più complicata, pel fatto della formazione del soma, la cui massa preponderante avviluppa il gruppo delle cellule germinali. Sorge allora naturalmente il sospetto che il soma possa, in un modo o in un altro, influire sulla determinazione sessuale delle cellule germinali; e ogni supposizione è lecita, le cause immediate di siffatta determinazione essendo totalmente ignote. Nel tracciare i diagrammi dei metazoi a sessi separati, sono partito dalla supposizione che il soma non avesse azione determinante alcuna sul sesso delle cellule germinali, e che il sesso del futuro organismo fosse già determinato nell'uovo fecondato.

Tale è certamente la condizione del *Dinophilus* e di altri animali in cui la determinazione ses-

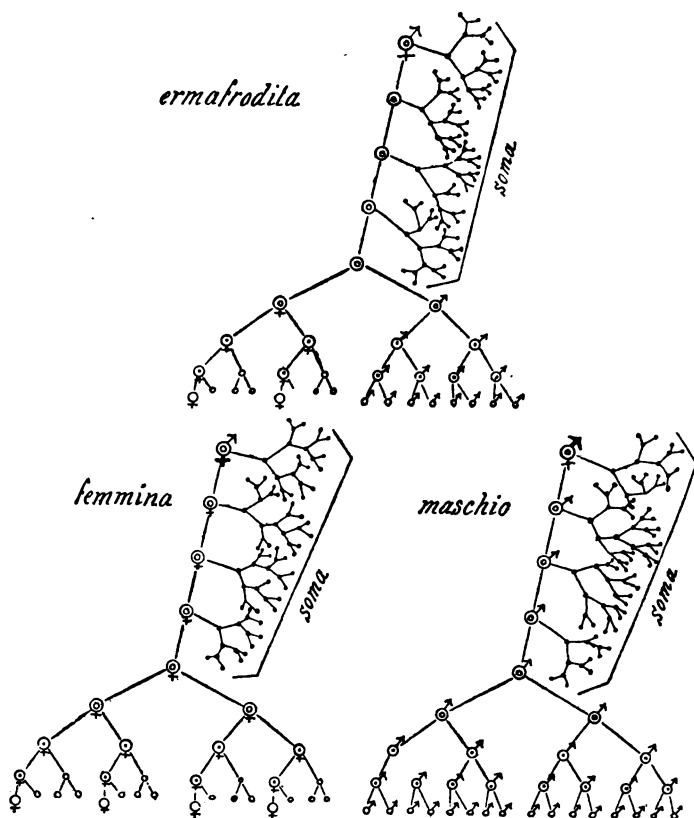



FIG. 3. Diagrammi dello sviluppo di un metazoo ermafrodita, femmina e maschio. I due ultimi nella ipotesi che il sesso sia già determinato nell' uovo fecondato.

⚥ Uovo fecondato dell'ermafrodita
⚥ » » della femmina
⚥ » » del maschio
◎ Blastomeri e cellule germinali indifferenti
♀ » femminili e oogonii
♂ » maschili e spermatogonii
♀ Oociti
♂ Spermatociti
♀ Uova mature
♂ Spermii
∘ Globuli polari
• Cellule somatiche

suale dell' uovo è provata. Si potrebbe pertanto immaginare un caso in cui la determinazione avvenisse lungo la via germinale, e anche dopo che la cellula germinale primitiva (o le cellule germinali primitive) fosse entrata nel periodo della sua attiva moltiplicazione. Tale deve essere senza dubbio la condizione di quegli animali nei quali si producono talvolta per anomalia individui ermafroditi: p. es. certi Pesci. A me sembra che l' ermafroditismo non dovrebbe prodursi nemmeno come anomalia, quando l'uovo fosse già sessualmente determinato. Credo ancora che l' indeterminazione primitiva dell' uovo e la

determinazione consecutiva o intrasomatica delle cellule germinali, come è condizione necessaria negli ermafroditi, sia la condizione primitiva degli organismi animali, dalla quale, per un processo di acceleramento, ossia di determinazione sempre più precoce del sesso, sia derivata la condizione unisessuale; che quindi la condizione primitiva dei metazoi sia stata l'ermafroditismo. Questa tesi era una volta generalmente accettata; dirò più oltre le ragioni che m'inducono a sostenerla ancora.

Alcuni naturalisti sono di parere contrario e considerano la separazione dei sessi come condizione primitiva, dalla quale l'ermafroditismo sarebbe derivato come condizione secondaria. Il Beard è tra i più strenui sostenitori di questo concetto. I casi anomali di ermafroditismo in quelle specie che abitualmente hanno i sessi separati vanno interpretati da lui nel modo seguente: posto che, già nell'ovario, la cellula germinale femminile abbia in sè la determinazione del sesso dell'embrione che potrà svilupparsi da essa, e che questa determinazione abbia avuto

luogo fin dallo stadio di oocite di primo ordine (cioè prima della maturazione dell' uovo) e forse ancora più presto, il BEARD suppone che gli oociti di carattere maschile, ossia destinati a produrre maschi possano eccezionalmente, senza formare embrione, evolversi ulteriormente come spermatogonii e dare origine a spermatociti e spermii. Egli fonda questo suo modo di vedere sul concetto preliminare da lui sostenuto, e che discuterò più innanzi, che gli ermafroditi per anomalia hanno sempre prevalentemente i caratteri del sesso femminile, e perciò sono a parer suo vere femmine, alle quali sia stato aggiunto l' elemento maschile. E quando in un gruppo esteso di animali a sessi separati, esistono singole forme o gruppi di forme costantemente ermafrodite, come p. es. i *Serranus* tra i Pesci ossei o i Cirripedi tra i Crostacei, la loro origine è dovuta all' essere stata secondariamente fissata la condizione anomala anzidetta. Tale dovrebbe essere ancora secondo BEARD l' origine di tutte indistintamente le forme ermafrodite nel regno animale.

La teoria è speciosa e a primo aspetto seducente, ma non regge ad una critica accurata.

Anzitutto non è esatto che tutti gli ermafroditi che appariscono eccezionalmente o teratologicamente in specie a sessi separati debbano essere considerati come forme femminili modificate. La numerosa e svariata categoria degli ermafroditi laterali degl'insetti mal si presta a questa interpretazione: nelle loro forme tipiche, una metà del corpo contiene organi genitali maschili ed offre aspetto esterno di maschio, mentre l'altra contiene organi femminili ed ha l'aspetto di femmina; poichè hanno doppio sesso, almeno nel senso morfologico, è necessario che le uova dalle quali si sono sviluppate non fossero sessualmente determinate, e che, per conseguenza, la determinazione del sesso delle cellule germinali sia avvenuta (sia per condizione normale, sia per anomalia) durante il corso dello sviluppo individuale. Si tratta dunque di veri ermafroditi, per quanto mostruosi e incapaci di generare; nelle loro infinite varietà, ora predomina l'un sesso, ora l'altro, ora nessuno dei due.

E nei casi di ermafroditismo riscontrati già in numero ragguardevole nei pesci ossei, si può dire che non in tutti predomina il tipo femminile. Negli animali inferiori, ad es. nei Nematodi, lo stesso MAUPAS (8) che fu tra i primi e più convinti sostenitori dell'origine femminile dell'ermafroditismo, cita casi, rari è vero (ma la rarità non ne menoma l'importanza), in cui ebbe ad osservare uova nel testicolo di individui maschili. Anche negli anfibi sono stati descritti casi nei quali si trovarono uova più o meno voluminose nei testicoli; ma BEARD pensa che questi grossi elementi non debbano essere considerati come uova, bensì come spermatogonii eteromorfi, atti forse a produrre spermii differenti dai consueti; questa interpretazione mi sembra artificiosa e assai debolmente fondata, tanto più perchè, secondo PFLUEGER (9), una condizione ermafroditica transitoria sarebbe frequente nei giovani maschi delle rane brune, e quindi si potrebbero considerare i casi di ermafroditismo a tipo maschile degli anfibii come arresto di sviluppo o persistenza rara di condizione giovanile

più frequente. Però, ammessa pure l'attendibilità dell'interpretazione del BEARD, estesa anche alle condizioni subnormali e transitorie osservate dal PFLÜEGER, rimarrebbero sempre incontrastati a confutare la legge supposta della origine esclusivamente femminile dell'ermafroditismo i casi osservati dal MAUPAS nei Nematodi. In quei casi, la produzione di sperma ebbe certamente origine da veri spermatogonii, e tutto l'organismo, anche nella forma esterna del corpo e dell'apparecchio copulatore portava schiettamente l'impronta maschile.

Il predominio del tipo femminile nelle forme ermafrodite degli animali inferiori, appartenenti a gruppi nei quali è norma la separazione dei sessi, dipende da tutt'altra ragione; esso è semplicemente la conseguenza del predominio della forma femminile sulla maschile nella specie. Nei Cirripedi come in altri Crostacei inferiori, in molti Nematodi ecc., i maschi sono più piccoli, spesso molto più piccoli delle rispettive femmine. Supposto il caso che, nel corpo di quei maschi minuscoli, talvolta addirittura atrofici, esistessero

delle cellule germinali femminili, queste non potrebbero trovarvi alimento sufficiente per giungere a maturità; l'ermafroditismo si rende perciò impossibile per ragioni puramente fisiologiche o trofiche. Non è così nelle femmine, robuste e ben pasciute, nelle quali la spesa di materiale alimentare occorrente per la produzione di una certa quantità di spermii accanto alle uova è insignificante. In esse, l'ermafroditismo ha potuto determinarsi casualmente e talvolta fissarsi, e così si sono formati specie e gruppi di specie ermafroditi, in mezzo a generi, famiglie ecc., nei quali la separazione dei sessi è regola generale. In questo senso, il concetto di MAUPAS, BEARD e altri è perfettamente giustificato e corrisponde senza dubbio al processo filetico. L'incapacità dei maschi a divenire fonte di ermafroditi non dipende dal loro sesso come tale, ma da condizioni proprie del loro organismo, connesse al sesso in modo secondario, benchè estranee alla sessualità.

Contro l'ipotesi del BEARD, che negli ermafroditi gli spermii siano prodotti da oogonii de-

terminati in senso maschile, si potrebbe addurre ancora la grande frequenza della proterandria negli ermafroditi dicogamici: infatti, sembra a prima giunta strano che, prima delle uova a sviluppo normale, vengano a maturità quelle cellule germinali che, dovendo produrre gli spermii, hanno una evoluzione più complicata. Però non credo che si debba attribuire molta importanza a questo argomento, perchè la ragione principale della tarda maturità delle cellule germinali femminili sta evidentemente nel bisogno di copioso materiale nutritizio, per alimentare queste cellule voluminose, mentre poca materia è sufficiente alla formazione dei minutissimi spermii.

L'apparire sporadico di forme ermafrodite in mezzo a gruppi nei quali è regola la separazione dei sessi è, a mio parere, un regresso; quello di individui ermafroditi in una specie a sessi distinti è, almeno in apparenza, un atavismo; perchè in quei casi, la specie o l'individuo viene a presentare un carattere che era normale in forme primitive dalle quali deve ritenersi derivato.

La vecchia ipotesi dell'ermafroditismo primi-

tivo degli animali fornisce una spiegazione adeguata dei fatti riferiti nelle pagine precedenti, e non è contradetta da nessuno dei fatti finora conosciuti. Essa è appoggiata ancora da fatti zoologici d'ordine più generale, i quali mi sembrano opporsi direttamente all'ipotesi della separazione primitiva dei sessi. Anzitutto è da notare che i Ctenofori senza eccezione e quasi tutti i Platelminti sono ermafroditi. Ora queste due classi sono precisamente quelle che i risultati più attendibili degli studi filogenetici ci additano come i capostipiti della serie degli animali a simmetria bilaterale, della qual serie i Vertebrati sono il tipo più elevato. Tutti gli altri gruppi della serie si possono ritenere derivati da antenati remoti, che ebbero i caratteri generali di struttura dei platelminti, e ricevettero da essi in eredità l'ermafroditismo; e questa condizione fu mantenuta in parecchi estesi gruppi, come gli Oligocheti, le Sanguisughe, interi ordini di Molluschi ecc., mentre nel maggior numero divenne regola la separazione dei sessi. Ancora i Cordati furono verosimilmente ermafroditi nelle loro

forme primitive, come sembra indicarlo l'ermafroditismo costante dei Tunicati, ramo profondamente modificato, ma staccatosi certo precocemente dal tronco comune dei Cordati; i casi normali e subnormali di ermafroditismo nei Pesci, quello di *Myxine*, e le osservazioni di PFLUEGER riferite sopra, intorno all'ermafroditismo transitorio dei giovani maschi di anfibii, sono argomenti evidentemente favorevoli alla tesi che qui sostengo.

Ammetto dunque che animali ermafroditi furono antenati comuni o capostipiti della serie dei bilaterali. Se tale sia stata pure la condizione primitiva dei Celenterati e delle Spugne è questione senza dubbio interessante per la zoologia, che però non mi sembra opportuno discutere in queste pagine.

Le considerazioni svolte nelle pagine precedenti dimostrano che la determinazione sessuale delle cellule germinali non avviene nello stesso momento dello sviluppo in tutti gli animali: ad un estremo stanno gli ermafroditi, nei quali le

cellule germinali non si determinano in maschili e femminili se non in un periodo inoltrato dello sviluppo individuale; all' altro estremo stanno quelle forme in cui, come nel *Dinophilus*, le uova dimorfe mostrano che, già nell' ovario, il sesso delle cellule germinali è determinato. Esistono senza dubbio condizioni intermedie, e una di esse ci è offerta dall' ape e da altri Imenotteri, nei quali il sesso del futuro embrione si determina all' atto della fecondazione. In ogni caso, la determinazione deve necessariamente essere stata preceduta da uno stadio d' indeterminatezza.

Il problema della determinazione del sesso comprende due questioni: 1.° stabilire il tempo preciso in cui la determinazione avviene e dopo il quale non può più essere modificata; 2.° riconoscere i momenti che cagionano la determinazione, o che influiscono su di essa direttamente o indirettamente.

Pur troppo, i risultati ottenuti finora sono scarsi e poco soddisfacenti.

Nella ipotesi che la determinazione del sesso

avvenisse in un periodo più o meno inoltrato dello sviluppo e dipendesse da condizioni di nutrizione, il LANDOIS, e più tardi Miss MARY TREAT, hanno tentato esperimenti sui bruchi: una partita veniva nutrita con alimento copioso, un' altra con alimento appena sufficiente. Gli sperimentatori ottennero nel gruppo scarsamente nutrito una percentuale maggiore di maschi, e attribuirono questo risultato ad influenza diretta dell' alimentazione sugli organi riproduttori in formazione. Il CUÉNOT (10) ha poi dimostrato con nuovi esperimenti che la scarsa alimentazione non è capace di modificare il sesso dei bruchi, ma influisce soltanto sulla mortalità dei due sessi, perchè le femmine, avendo bisogno di maggiore quantità di nutrimento, risentono più intensamente gli effetti nocivi della miseria. Risultati consimili del BORN sulle rane non hanno maggior valore e sono stati confutati successivamente dalle ricerche citate di PFLUEGER e di CUÉNOT.

Se la nutrizione abbondante o scarsa non vale a modificare il sesso di individui già for-

mati, almeno nelle specie sulle quali furono tentati gli esperimenti, si sono ottenuti risultati più soddisfacenti, operando sulle femmine generatrici; questo però soltanto in determinati gruppi di animali, nei quali, dopo una o più generazioni partenogenetiche di sole femmine, interviene una generazione, nella quale maschi, nati anch'essi per partenogenesi, fecondano uova di speciale natura e incapaci di svilupparsi senza fecondazione. Le condizioni sperimentali devono determinare la produzione delle uova dalle quali nasceranno i maschi e di quelle che dovranno essere fecondate da essi e dare poi origine ad una nuova serie di generazioni femminili partenogenetiche.

Una tale serie ciclica di generazioni si riscontra in animali che vivono in condizioni d'esistenza più o meno precarie e soggette ad intense perturbazioni, talvolta regolarmente periodiche.

Tali sono gli Afidi tra gl'Insetti, i Dafnoidi tra i Crostacei e i Rotiferi. La vita degli Afidi è in stretta relazione con quella delle piante dalle quali traggono il loro nutrimento, e il ciclo delle loro generazioni va regolato dall'influenza delle

stagioni o di altri momenti che favoriscono o danneggiano la vegetazione. Già nel 1813, il KYBER (11) sperimentò sopra gli afidi della rosa e del garofano, dimostrando che, quando questi insetti vengono alimentati copiosamente con piante fresche, essi continuano a riprodursi per partenogenesi, generando esclusivamente femmine. Così quell' osservatore riuscì ad impedire per quattro anni la formazione di individui di sesso maschile. Se l' alimento diveniva scarso, seguiva presto una generazione di maschi. Esposto in questi termini, il risultato dell' esperienza appare semplicissimo, ma è realmente molto più complesso; infatti, contemporaneamente ai maschi, si producono delle femmine ovipare (le femmine partenogenetiche degli afidi sono vivipare), le cui uova saranno fecondate dai maschi, e queste uova, che nelle condizioni naturali vengono deposte in autunno, nascono in primavera, dopo un periodo d' inerzia corrispondente alla durata della cattiva stagione. Oltre alla produzione di maschi, le condizioni sfavorevoli di nutrizione determinano dunque negli afidi

la formazione di germi capaci di resistere in istato di vita latente alla stagione sfavorevole, per dare principio, quando le condizioni d'esistenza siano ritornate buone, ad una nuova serie di generazioni. In talune altre specie di afidi, le condizioni della riproduzione ciclica divengono più complicate ancora; quantunque non siano state finora assoggettate a ricerche sperimentali, io credo si possa ritenere che, in certi momenti del loro ciclo, le condizioni sfavorevoli di nutrizione siano capaci di determinare, anzichè la produzione di maschi, quella di individui migratori, ossia di femmine partenogenetiche alate, atte a trasportarsi sopra altre piante e propagarvi la loro specie.

I Dafnoidi (Pulci d'acqua e affini) abitano generalmente le acque stagnanti: e poichè queste occupano per lo più bacini ristretti, i quali vanno soggetti a disseccamento o pure a riscaldamento eccessivo nella stagione calda, e al gelo durante l'inverno, avviene che, per tali vicende, la vita degli animali che le abitano sia danneggiata, e anche talvolta distrutta. In relazione con siffatte

condizioni d'esistenza, molti minuti animali sono dotati della capacità di produrre uova o altri germi atti e resistere all'azione nociva delle vicende atmosferiche. Pei Dafnoidi, quei germi sono appunto le uova fecondate, dette pure impropriamente uova d'inverno; esse vengono prodotte ordinariamente dopo alcune generazioni partenogenetiche, e la loro comparsa è preceduta da quella dei maschi che avranno a fecondarle. È opinione molto diffusa che il peggioramento delle condizioni di nutrizione che precede le alterazioni più profonde e nocive dell'ambiente sia il momento determinante della produzione della uova fecondabili e dei maschi, e si citano in proposito risultati sperimentali; però questi vengono oppugnati in seguito ad accurate ricerche ed esperienze dal WEISMANN (12): secondo questo autore, in ciascuna specie di Dafnoidi, il numero di generazioni partenogenetiche dopo le quali interviene la fecondazione è determinato, nè gli è riuscito modificarlo sperimentalmente.

Risultati più soddisfacenti sono stati ottenuti dalle ricerche sperimentali di NUSSBAUM (13) e di

Maupas (14) sui Rotiferi del genere *Hydatina*. Le condizioni di esistenza di questi animali sono analoghe a quelle dei Dafnoidi; la vita delle fem-

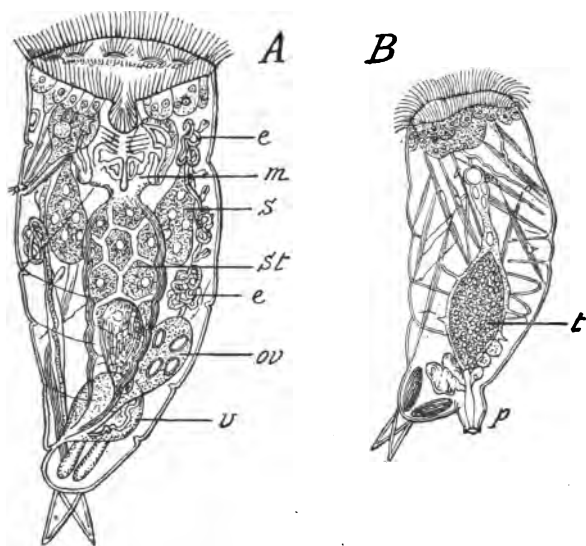



Fig. 4. *Hydatina senta* (secondo Cohn). *A*, femmina, *B*, maschio ingranditi; *m* apparecchio masticatore, *s* ghiandole salivari, *st* stomaco, *e* organi escretori, *v* vescicola cloacale, *ov* ovario, *t* testicolo, *p* pene. Il maschio è privo d'intestino.

mine è molto breve e, alla temperatura di 18°, dura appena 13 giorni; quella dei maschi è più breve ancora. In condizioni ordinarie di nutrizione, si trovano, secondo il Maupas, 3 femmine per 1 maschio, e ciascuna femmina genera prole tutta dello stesso sesso, cioè tutti maschi o tutte

femmine. La ragione di questo sta nel fatto che tutte le uova di una madre si formano contemporaneamente, e quindi sotto l'influenza delle medesime condizioni di nutrizione, le quali ne determinano il sesso. Per poter agire sulla sessualità delle uova, bisogna che la madre sia sottoposta alle condizioni sperimentali fin dai primi giorni della sua breve vita. NUSSBAUM ha trovato che, quando una femmina riceveva fin dalla nascita alimentazione copiosa, essa produceva esclusivamente uova da femmine; nutrita invece con alimento scarso, generava soltanto maschi. Il MAUPAS ottenne simili risultati mediante l'azione del calore: una temperatura elevata determina la produzione di maschi. Senza dubbio, in questi esperimenti la temperatura agisce soltanto indirettamente, e il calore eccessivo, rendendo più attivo il ricambio materiale, ossia il consumo interno dell'organismo, deprime la nutrizione.

Dirò più oltre le ragioni per le quali credo che realmente la differenza fondamentale tra i due sessi sia insita alla nutrizione e al ricambio materiale delle cellule germinali. Nell' *Hydatina*,

e probabilmente in altri animali, le condizioni esteriori sono capaci di esercitare una influenza quasi diretta sulle cellule germinali in formazione, determinandone il sesso ad arbitrio dello sperimentatore. In altri, la complicazione maggiore del meccanismo fisiologico della nutrizione rende le cellule germinali meno accessibili alle influenze esteriori, nascoste come sono nelle profondità dell' organismo, o pure entrano in azione automatismi fisiologici speciali, i quali regolano le vicende della riproduzione ciclica, in corrispondenza delle condizioni d' esistenza abituali. — Tale sarebbe appunto il caso dei Dafnoïdi, come risulta dalle ricerche del WEISMANN, e tale sarebbe ancora secondo il LAUTERBORN (15) quello di molti generi di Rotiferi. Lo stesso MAUPAS (8), sperimentando sopra taluni piccoli Nematodi (*Rhabditis elegans* e *caussanelli*) non potè ottenere nessuna modificazione del sesso dei prodotti, per influenza della nutrizione.

Anche i botanici hanno tentato di modificare sperimentalmente il sesso dei vegetali. Coltivando piante di canapa in serra o in luogo ombreg-

giato, il Molliard credette di aver ottenuto la produzione di fiori femminili sopra piante maschili. Ma questi risultati sono stati contradetti da quanti ebbero a ripeterli. Strassburger (16) sperimentò in varie guise su diverse piante e particolarmente sulle due forme della *Lychnis dioica* L. (*Melandrium album* e *M. rubrum*), ma senza risultato; egli era stato indotto a quelle ricerche dal fatto singolare che un fungo parassita (*Ustilago violacea*) produce su questa pianta un' alterazione dei fiori femminili, i quali assumono l' aspetto di fiori ermafroditi: si vedono in essi gli stami sviluppati, ma le cellule madri del polline sono distrutte dal parassita e le antere contengono in vece loro le teleutospore dell' *Ustilago*. Non fu possibile con nessun mezzo artificiale promuovere lo sviluppo degli stami nei fiori delle piante femminili; e pure, l' effetto prodotto dal parassitismo dell' *Ustilago* dimostra che uno stimolo appropriato (e probabilmente chimico) è capace di ridestare l' attività formativa dei germi maschili dormenti, nell' accenno del fiore femminile.

Seminando spore di felci o equiseti sopra un sostrato molto povero, è riuscito a diversi sperimentatori di ottenere protallii che producessero soltanto anteridii, cioè organi riproduttori maschili, e nessuno o pochissimi archegonii (organi riproduttori femminili). Però quelli stessi protallii, messi in condizioni di vegetazione più favorevoli, produssero poi degli archegonii. In questi esperimenti, se la scarsa alimentazione valse a impedire lo sviluppo dei germi femminili, non modificò la sessualità del protallio nel suo complesso, nè quella dei germi prodotti da esso. Allo stesso modo accade nelle piante fanerogame monoiche, p. es. nel grano turco, che la povertà del terreno o condizioni patologiche determinino la soppressione della infiorescenza femminile, ossia della spica. Si può dire che la funzione femminile, la quale richiede maggior consumo di materiale, viene sospesa o abolita, quando l'alimentazione è scarsa, mentre, nelle stesse condizioni, rimane ancora possibile la funzione maschile.

La critica dei risultati sperimentali botanici e di molte osservazioni relative ad animali con-

duce lo Strassburger al risultato che, qualunque possano essere i momenti che determinano direttamente il sesso, la distribuzione numerica dei sessi è ereditariamente fissata e non ha potuto essere modificata sperimentalmente. Questa sembra a me una pura e semplice confessione d'ignoranza, anche eccessiva, se si considera tutto il valore delle esperienze sull' *Hydatina*. Azioni fisico-chimiche, per quanto ignote e in apparenza misteriose, devono pure, nelle condizioni naturali degli organismi, determinare il sesso di ciascuna cellula germinale, modificandone il ricambio materiale; ma questi agenti fisiologici che si producono in seno all' organismo sono difficilmente accessibili all' azione sperimentale, la quale non riesce a colpire le cellule germinali, se non attraverso l' insieme complicatissimo dell' organismo complessivo. E perciò io ritengo che la via più adatta per ricerche che valgano ad illuminare l' oscuro e difficile argomento sia quella dello studio degli animali unicellulari, cioè dei protozoi, perchè, non esistendo in essi il soma, la cellula riproduttrice che costituisce a sè sola tutto

l'organismo, e che in molte forme, in un certo momento del ciclo, si mostra sessualmente differenziata, è direttamente accessibile all'azione sperimentale.

Dovremo dunque anzitutto chiedere in che cosa consista la sessualità di una cellula; e perciò bisognerà farci ad esaminare la riproduzione sessuale dei protozoi in alcune delle sue varie forme.

Punto di partenza della sessualità è la coniugazione, molto diffusa tra i vegetali e animali unicellulari. Non è qui il luogo di discutere la ragione fisiologica della coniugazione, problema oscuro quanto quello della determinazione sessuale, e forse più ancora, perchè di ordine più generale. La coniugazione consiste nella unione temporanea o persistente di due cellule; nella sua forma compiuta, e la più diffusa, che va designata col nome di cariogamia, l'unione delle due cellule coniugate è persistente e i nuclei si fondono insieme in un nucleo unico. In molti casi, i due gameti sono eguali e almeno apparentemente equivalenti; non si può quindi parlare di ses-

sualità. Questa si manifesta soltanto con la disparità dei due gameti coniuganti, dei quali l'uno più grosso o macrogamete rappresenta l'elemento femminile, l'altro più minuto o microgamete rappresenta l'elemento maschile; valga come esempio il caso del Coccidio descritto sopra. Nella tavola a pag. 31, la sessualità è già determinata nei numeri XI *a* e XII *a*, e si manifesta poi nella evoluzione ulteriore delle medesime cellule: nella cellula femminile, il ricambio materiale assimilativo conduce all'accumulazione di sostanze nutritive in forma granulosa, e il nucleo rimane inerte; la cellula non si divide ulteriormente. Nella cellula maschile invece, l'attività del nucleo si manifesta con ripetute divisioni di esso e poi di tutta la cellula, che conducono alla formazione dei numerosi microgameti. I medesimi caratteri differenziali contraddistinguono nei metazoi le cellule germinali femminili dalle maschili. L'oocite accumula in sè materiale nutritizio, diventa l'uovo; e soltanto dopo questo grande lavoro di nutrizione, l'attività del nucleo e del centrosoma si ridesta per effettuare le due

successive divisioni di maturazione, dalle quali rimane di solito esaurita. Lo spermatocite invece rimane piccolo, ma non tarda a dividersi nei quattro spermatidii; e ciascuno di essi, divenuto spermio, porterà nell' uovo inerte l' attività del suo centrosoma, feconderà come suol dirsi l' uovo.

La determinazione del sesso delle cellule germinali, e per conseguenza dell' organismo che le racchiude, deve dunque consistere essenzialmente nel determinare in quelle cellule la forma accumulativa del ricambio materiale che caratterizza il tipo femminile, o la condizione opposta, cioè con tendenza alla moltiplicazione cellulare e alla dissimilazione, propria del tipo maschile. Forse, in origine, la determinazione dei protozoi coniuganti in macrogameti e microgameti avrà potuto essere cagionata direttamente dall' abbondanza o deficienza dell' alimento.

Sono molto interessanti a questo riguardo recenti ricerche di R. Hertwig (17) sopra diversi protozoi. Studiando la moltiplicazione di questi minuti viventi, egli è venuto a riconoscere che, per ciascuna specie di cellule, esiste un mecca-

nismo regolatore della nutrizione e del ricambio materiale, il quale tende a stabilire una relazione determinata e specifica tra la massa totale della cellula e quella del suo nucleo o dei suoi nuclei. La divisione della cellula non può effettuarsi se quella determinata proporzione tra nucleo e citoplasma non è stata raggiunta. Essa è condizione indispensabile perchè entri in funzione il meccanismo della mitosi, per opera del centrosoma e del nucleo. Ora una differenza fondamentale tra la cellula germinale femminile e la maschile consiste precisamente in una differente proporzione normale tra la massa del nucleo e quella del citoplasma; la determinazione del sesso deve dunque avere per effetto di modificare la norma di quella proporzione nelle cellule germinali dell' animale già formato, o di alterare in modo corrispondente gli elementi che determinano nell' uovo il sesso dell' essere futuro. La riproduzione dell' *Actinosphaerium* ha luogo, sia per semplice divisione, sia in seguito a coniugazione cariogamica. In questo caso, il protozoo multinucleato si divide in cellule uninu-

cleate, le cisti primarie; e ciascuna di queste si suddivide in due cisti secondarie. Ogni cisti secondaria produce un gamete: ma per questo, la cellula deve dividersi due volte di seguito per scissione mitotica molto ineguale, che conduce alla eliminazione successiva di due minute cellulette, le quali ricordano i globuli polari che si eliminano nella maturazione delle uova dei metazoi. Dopo ciò avviene la coniugazione tra gameti eguali. In una coltivazione nella quale, in seguito a difetto di alimento, le cisti secondarie erano singolarmente piccole, HERTWIG osservò che la grandezza del nucleo era proporzionalmente molto maggiore del normale: in queste cisti, invece di aversi scissioni ineguali con emissione di globuli polari e formazione di un solo grosso gamete, il contenuto della cisti si divise, mediante due scissioni consecutive, in quattro cellule eguali, precisamente come uno spermatocito si divide in quattro spermatidii. Il parallelismo tra le due condizioni dell' *Actinosphaerium* e quelle delle cellule germinali maschili e femminili dei metazoi è troppo manifesto per essere

semplicemente il risultato di una combinazione fortuita. I microgameti dell' *Actinosphaerium* ottenuti sperimentalmente dall' HERTWIG, benchè non sia stabilito che essi potessero coniugarsi coi macrogameti, meritano di essere considerati come equivalenti a vere cellule maschili.

Nel caso sperimentale dell' *Hydatina*, le condizioni di nutrizione non agiscono direttamente sulle cellule germinali per determinarle in femminili o maschili, ma sulle uova, determinando il sesso dell' individuo che nascerà da esse. Sull' uovo dell' ape agisce l' intervento o meno della fecondazione, che bisogna considerare qui come uno stimolo modificatore del ricambio materiale. E similmente è da ritenersi, che, in tutti i viventi nei quali esiste la sessualità, il differente tipo del ricambio materiale che ne costituisce il carattere fondamentale sia determinato da stimoli adeguati.

Carattere dell' elemento germinale femminile è dunque una relativa torpidità, inerzia, indifferenza, attitudine all' accumulo di materiale nutritizio. Carattere dell' elemento germinale ma-

schile, l' irritabilità, la mobilità, l' estremo grado di differenziamento, la piccolezza e consecutiva fragilità. Ora questi caratteri degli elementi germinali dei due sessi si ritrovano come caratteri somatici della femmina e del maschio: in generale negli animali, e più manifestamente nelle forme inferiori, la femmina è più grande, più forte, vive più a lungo, presenta meno spiccatamente i caratteri della sua specie; il maschio è più piccolo, più debole, ha spesso vita breve, talvolta brevissima, offre sviluppati in alto grado i caratteri proprii della sua specie. Tutte queste differenze sono senza dubbio conseguenze della differenza fondamentale dei due sessi, cioè del diverso carattere del ricambio materiale. Anche in quei vertebrati, nei quali il maschio è chiamato a sostenere aspre lotte coi suoi rivali in amore, o pure ad essere guida e difensore della sua compagna o del suo gineceo, insomma in quelle specie nelle quali il maschio è, come suol dirsi, il sesso forte, il carattere di fragilità dell' organismo maschile, per quanto sia mascherato da caratteri di adattamento, si riafferma talvolta

nel fatto della mortalità maggiore dei maschi durante i primi tempi della loro vita.

Così la statistica umana conferma questo risultato dell'indagine biologica. Tutti sanno che, mentre in tutti i popoli il numero delle nascite maschili supera quello delle femminili, in molti il numero delle femmine supera quello dei maschi nella popolazione adulta. Si potrebbe supporre che il genere di vita dei maschi, maggiormente esposti ad influenze dannose, sia la vera causa della loro maggiore mortalità giovanile. Ma le cifre statistiche delle nascite rivelano una percentuale molto maggiore di maschi tra i nati morti che tra i nati vivi, come risulta dalla citata opera del Bodio:

Maschi per 100 femmine

	Nati vivi	Nati morti
Italia	105,8	131,1
Francia	104,6	142,2
Germania	105,2	128,3
Austria	105,8	132,1
Ungheria	105,0	130,0
Svizzera	104,5	135,0
Belgio	104,5	132,1
Olanda	105,5	127,7
Massachussetts	104,6	146,1

Con una media generale di circa 131 maschi per 100 femmine tra nati morti, mentre la media generale dei nati vivi è di circa 105,3 : 100.

Similmente pel cavallo, il Goelert dà per puledri nati vivi, la proporzione di 96,57 maschi per 100 femmine; per i nati morti invece 106,5: 100.

Ma neanche queste cifre sono sufficienti, perchè si riferiscono soltanto ai feti maturi o quasi, ma non comprendono i numerosi aborti che avvengono durante i primi mesi della gestazione. Rauber e Lenhossek valutano a circa 160: 100 il rapporto tra maschi e femmine negli embrioni umani provenienti da aborti. Se si ammette che avvenga un aborto per ogni 8 parti a termine (cifra certamente troppo bassa, perchè alcuni ostetrici calcolano un aborto per tre o quattro parti a termine), si giunge, secondo il Lenhossek, alla proporzione di circa 111 concepimenti maschili per 100 femminili.

Queste cifre stabiliscono in modo incontrastabile che, nella specie umana (come ancora nel cavallo e certamente in altri animali), l'em-

brione maschile è meno resistente del femminile, e perciò maggiormente soggetto ad ammalare e morire durante i primi tempi della sua vita embrionale e infantile (*). Questo risultato ci fornisce la spiegazione di altri risultati statistici: così del numero relativamente maggiore delle nascite maschili in campagna, dove le condizioni igieniche delle classi meno agiate sono migliori che nelle città; del numero relativamente minore dei maschi nelle nascite illegittime, conseguenza dei frequenti aborti, dovuti in parte alla poca cura che molte di quelle gravide hanno del feto che portano, spesso odiato prima che venga al mondo.

Riconosciuto come carattere fisiologico fondamentale della sessualità il diverso tipo del ricambio materiale dei due sessi, e con ciò stesso, posto nella sua vera luce il problema della determinazione sessuale, è anche determinato l' oggetto della ricerca sperimentale, la quale deve tendere ad ottenere una trasformazione del tipo del ri-

(*) È anche interessante notare a questo riguardo la frequenza maggiore nei maschi dei casi di morte in seguito ad anomalie congenite, rilevata dal PEARL (18).

cambio nell' uovo o nell' embrione ancora indifferente. Ma per la grande complicazione degli organismi animali e vegetali, e per la situazione profonda delle cellule germinali in formazione in mezzo all' organismo, queste cellule non possono essere influenzate se non indirettamente dai nostri mezzi sperimentali, i quali, perciò, dovranno essere diretti piuttosto a mettere in azione meccanismi determinatori, preesistenti nel complesso anatomo-fisiologico dell' organismo stesso. Ciò posto, ne risulta la difficoltà estrema dell' indagine e il pericolo d' incorrere in gravi errori, come conseguenza di generalizzazioni affrettate. Ne siano prova le numerose teorie sorte successivamente, le quali dopo breve periodo di popolarità sono state l' una dopo l' altra sfatate.

In generale, quelle teorie sono fondate sopra cifre statistiche più o meno attendibili e sopra osservazioni fisiologiche superficiali. Così fu asserito da diversi, che agli anni di cattivi raccolti e alle guerre seguisse un aumento delle nascite maschili; e Wilckens riferisce risultati consimili

come effetto di cattiva nutrizione sui cavalli e i bovini. È stato asserito ancora che le nascite femminili predominino nelle famiglie agiate. È molto difficile stabilire quanto ci sia di vero in queste asserzioni.

Sono più interessanti le relazioni del sesso dei prodotti con l'età dei genitori. L'orgoglio maschile ha voluto trovare nella relativa superiorità o debolezza generativa del padre la ragione della determinazione del sesso. Una teoria che ebbe ed ha ancora non pochi seguaci, la così detta teoria dell'eredità incrociata (RICHARZ e JANKE e altri) parte dall'ipotesi che l'uovo è determinato maschilmente, lo spermio femminilmente; che perciò il predominio del maschio impartisce al prodotto il sesso femminile e viceversa. Così si spiega anche perchè l'uovo dell'ape non fecondato dà un prodotto maschile, mentre la fecondazione rende femminile questo prodotto. Come principio generale, questa teoria cade pel fatto della determinazione sessuale manifesta dell'uovo di *Dinophilus*, e anche pel fatto che, nell'*Artemia salina* (Crostaceo), i maschi nascono sempre da

uova fecondate, mentre le femmine possono nascere da uova tanto fecondate quanto partenogenetiche. Se per determinate specie essa contenga un nucleo di verità, la statistica non è capace di stabilire.

Sembra più positiva l' influenza dell' età della madre, indipendentemente da quella del padre, almeno in alcuni animali. Nella specie umana, come pure negli equini, DUESING, WILCKENS e altri hanno osservato che madri di età inoltrata producono una percentuale più elevata di maschi, qualunque sia l' età del padre. Non è inverosimile che l' elemento età possa esercitare un' azione determinante sul ricambio materiale degli ovuli ovarici; ma come vedremo più innanzi, questo fattore non può essere efficace se non in certe specie, perchè in altre non ha nessuna influenza.

Sulla problematica influenza della nutrizione generale è fondata ancora la famosa teoria SCHENK che, alcuni anni addietro, fece tanto rumore. Come altri prima di lui, lo SCHENK partì dal concetto che la nutrizione scarsa dell' uovo, nel periodo in

cui il suo sesso si determina, lo rendesse atto a produrre un maschio, e viceversa una nutrizione abbondante lo facesse sviluppare in femmina. Perciò, nell'intento di produrre dei maschi, egli sottoponeva la donna per qualche mese ad un regime che attivasse più che fosse possibile il consumo di materiale organico, assicurandosi dell'effetto prodotto mediante l'esame dell'urina. Quantunque egli ammettesse che il sesso è già determinato nell'uovo ovarico, pure, non si sa perchè, continuava la stessa dieta alla gravida durante i primi mesi della gestazione. Se le teorie di Schenk e il suo metodo, non ostante le loro intime contraddizioni, hanno potuto incontrare favore presso il pubblico ignorante, e anche presso parecchi del ceto medico (ai quali manca spesso un fondamento di soda cultura biologica) essa non è riuscita a conquistarsi l'appoggio degli scienziati, e nel 1901 naufragò addirittura al Congresso internazionale di zoologia di Berlino. Dopo la morte dello Schenk, non è più che un ricordo storico.

I recenti ed interessantissimi esperimenti di Oskar Schultze (19) sui topi (*Mus musculus*)

hanno provato che, in questi animali, nè l'età del padre, nè quella della madre, nè lo stato di nutrizione di essi, nè la consanguineità o meno dei parenti hanno una influenza apprezzabile sul sesso dei prodotti. Benchè le cifre siano piccole in confronto di quelle della statistica umana, esse lasciano riconoscere, in mezzo ai risultati negativi, un fatto che non è senza importanza, cioè che determinate madri generano nel complesso della loro figliuolanza, e ripetutamente nei parti successivi, le une più maschi, le altre più femmine. Fatti simili sono noti da lungo tempo nella specie umana, e qui le osservazioni dei medici hanno mostrato inoltre che, come la tendenza alla generazione di gemelli e la fecondità in generale si ereditano da madre in figlia, così è ancora ereditaria la tendenza alla generazione prevalente di maschi o di femmine. La proporzione numerica dei sessi nel complesso della progenie è carattere ereditario di specie, come di razza o di famiglia, ed è per conseguenza anche suscettibile di modificarsi nel corso delle generazioni, allo stesso modo come si modifica qualsiasi altro

carattere ereditario degli organismi. Le cifre statistiche riferite a pag. 5 mostrano l' esistenza di differenze etniche di tal genere tra le singole nazioni.

Differenze dello stesso ordine, ma ancora più marcate si riscontrano tra le diverse specie animali, come mostra la tabella del LENHOSSEK riportata sopra.

Però tutte queste cifre sono imperfette e incomplete: esse tengono conto dei soli feti partoriti a sviluppo compiuto e non dei concepimenti, che dal punto di vista scientifico sarebbero molto più importanti.

In conclusione si può dire che, quando si ammetta che, come è mio parere, la differenza fondamentale tra i due sessi risieda nel diverso tipo del ricambio materiale, la determinazione del sesso, qualunque sia il momento della vita individuale in cui si compie, deve ritenersi effetto di stimoli che modificano il ricambio materiale delle cellule germinali. Questo dal punto di vista teorico. Dal punto di vista sperimentale, se si prescinde dal solo caso dell' *Hydatina*, non è

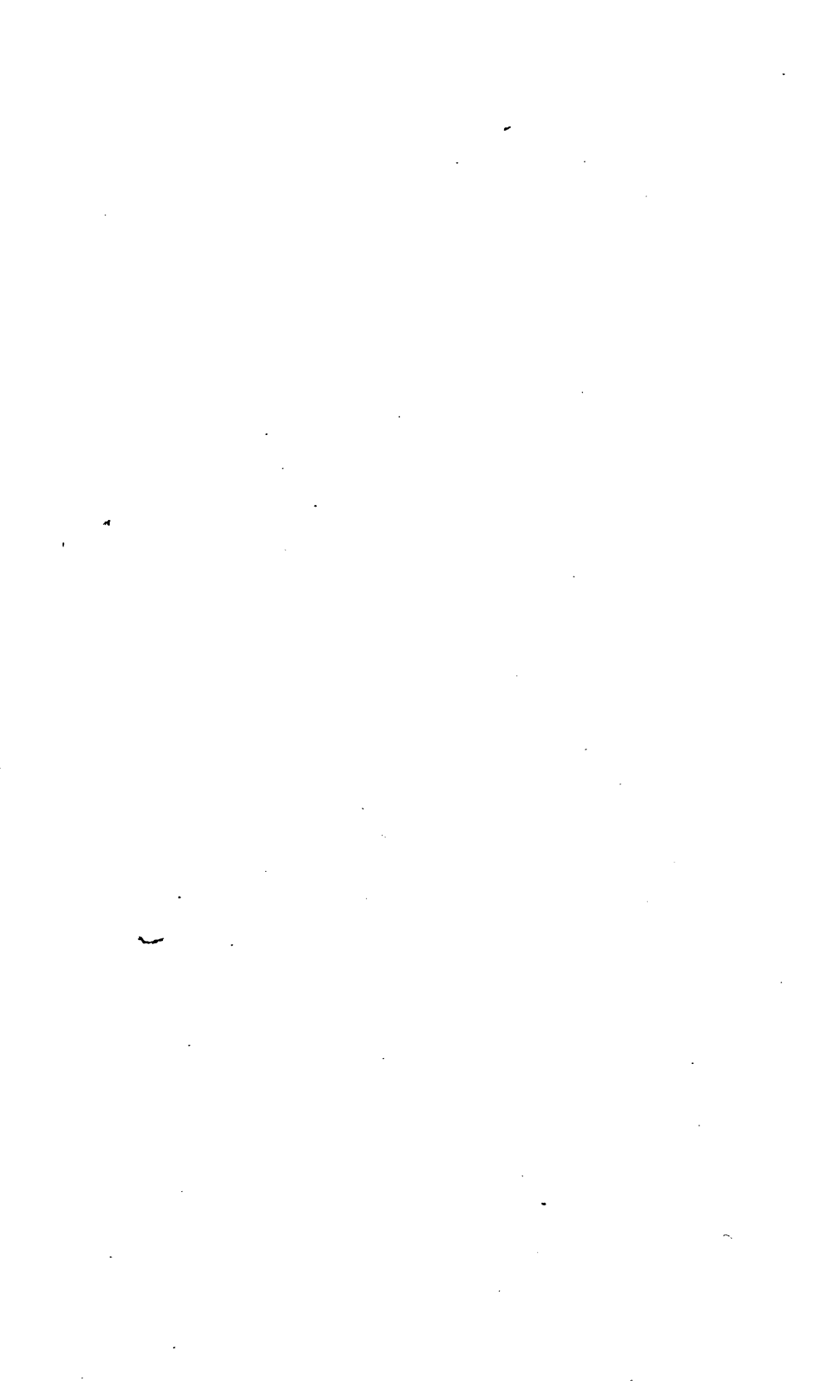
riuscito ancora ad alcuno di determinare il sesso in un metazoo con vero rigore di esperienza, perchè negli afidi p. es. la produzione dei maschi si accompagna a fatti accessorii che ne rendono meno chiaro il significato. Basta però quell' unico caso per provare che la determinazione del sesso non è fatale, ma dipende da agenti esteriori alla cellula germinale; e questo dà luogo a speranza di più completi risultati per l' avvenire.

Ma se, uscendo dal campo puramente scientifico, passiamo a quello dell' applicazione pratica alla generazione dell' uomo e dei vertebrati, siamo costretti a riconoscere che nessun risultato di qualche valore è stato finora ottenuto; che i successi vantati di teorie più o meno speciose si sono mostrati in seguito vani e fallaci. Questo libriccino non insegnerà dunque a nessuno l' arte di procreare figli maschi o femmine, nè quella di far produrre ad animali domestici prole dell' uno o dell' altro sesso. Senza escludere la possibilità della determinazione artificiale del sesso, anche per gli animali superiori, e per l' uomo stesso, bisogna riconoscere che nulla ci autorizza

a presagire una tale scoperta, per un avvenire meno che lontano.

Però dal complesso dei fatti bene accertati è pure possibile trarre qualche ammaestramento. Di quelle specie di animali domestici delle quali sono maggiormente pregevoli e quindi desiderati i maschi, o viceversa le femmine, si potrebbe, mediante la cernita di quelle madri che hanno la proprietà naturale di generare in prevalenza il sesso preferito, formare una razza in cui la prevalenza numerica di quel sesso fosse ereditariamente fissata.

L' allevamento sistematico non è possibile nella specie umana; e se alcuno mi chiedesse consiglio, al fine di evitare la sventura (?) che una famiglia illustre avesse ad estinguersi per mancanza di rampolli maschili, potrei soltanto proporre all' ultimo superstite, come estrema, ma non sicura risorsa, di scegliersi per sposa una donna discendente da famiglia in cui dominino le nascite maschili, e a preferenza la figlia di un uomo la cui madre abbia procreato molti figli, tutti o quasi tutti maschi. Oltre a questo,

egli dovrebbe aver cura, se ancora possibile, di serbarsi sano ed esente da sifilide, alcoolismo e altri mali capaci di danneggiare e far morire, anche prima della nascita, il prodotto desiderato, e che gli augurerei maschile, del concepimento.

NOTE BIBLIOGRAFICHE

(1) Movimento della popolazione. Confronti internazionali. Parte I. Matrimonii e nascite negli anni 1874-92; Roma 1894. Pubblicazione del Ministero di Agricoltura, Industria e Commercio.

(2) LENHOSSEK, M. von — Das Problem der geschlechtsbestimmenden Ursachen. Jena, G. Fischer, 1903.

(3) BEARD, J. — The Germ-Cells. in: Zoologische Jahrbücher, Anatomie, Vol. 16, p. 615-702, tav. 43-44; 1902.

(4) REICHENBACH, H. — Ueber Parthenogenese bei Ameisen etc. in: Biolog. Centralbl. Vol. 22, p. 461; 1902.

(5) FABRE, J. H. — Souvenirs entomologiques, 3.e série. Paris, Delagrave, 1886.

(6) SUTTON, W. S. — On the morphology of the chromosome group in *Brachystolamagna*. in: Biolog. Bulletin, Woods Holl. Vol. 4, p. 24-39; 1902.

(7) SCHAUDINN, F. — Untersuchungen über den Generationswechsel bei Coccidien. in: Zoolog. Jahrb., Anatomie, Vol. 13, p. 197-292, tav. 13-16; 1900.

(8) MAUPAS, E. — Modes et formes de reproduction des Nématodes. in: Archives Zool. expér. (3) Vol. I, p. 463-624, tav. 16-26; 1901.

(9) Pflueger, E. — Ueber die das Geschlecht bestimmenden Ursachen und die Geschlechtsverhältnisse der Frösche. in: Archiv Physiologie, Vol. 29, p. 13-39; 1882.

(10) Cuénot, L. — Sur la détermination du sexe chez les animaux. in: Bull. Sc. France Belgique, Vol. 32, p. 462-535; 1900.

(11) Kyber — Erfahrungen über Blattläuse. in: Germar, Magazin d. Entomologie, 1813. Citato secondo Lenhossek.

(12) Weismann, A. — Beiträge zur Naturgeschichte der Daphnoiden, XII. Die Entstehung der cyclischen Fortpflanzung bei den Daphnoiden. in: Zeitschr, Wiss. Zool. Vol. 33; 1879.

(13) Nussbaum, M. — Die Entstehung des Geschlechtes bei *Hydatina senta*. in: Archiv mikrosk. Anat. Vol. 49, p. 227; 1897.

(14) Maupas, E. — Sur le déterminisme de la sexualité chez l'*Hydatina senta*. in: Comptes rendus Acad. Vol. 113, p. 388-390; 1891.

(15) Lauterborn, R. — Ueber die zyklische Fortpflanzung limnetischer Rotatorien. in: Biolog. Centralbl., Vol. 18, p. 173-183. 1898.

(16) Strassburger, E. — Versuche mit dioecischen Pflanzen in Rücksicht auf Geschlechtsverteilung. in: Biolog. Centralbl., Vol. 20, p. 658-665, 689-698, 721-731, 753-785; 1900.

(17) Hertwig, Richard — Ueber Korrelation von Zell — und Kerngrösse und ihre Bedeutung für die geschlechtliche Differenzierung und die Teilung der Zelle. in: Biolog. Centralbl. Vol. 23, p. 49-62, 108-119; 1903.

(18) Pearl, R. — On the mortality due to congenital malformations, with especial reference to the problem of the relative variability of the sexes; in: Medicine (Chicago) vol. 9, n. 11, novemb. 1903.

(19) Schultze, O. — Zur Frage von den geschlechtsbildenden Ursachen. in: Archiv mikrosk. Anat. Vol. 63, p. 197-357; 1903.

Per ulteriori ragguagli bibliografici, il lettore potrà consultare i lavori citati di Lenhossek, Beard e Strassburger.